

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**

КАФЕДРА екології

Допускається до захисту

« ____ » _____ 2024р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ім'я та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Екологічний аналіз доцільності застосування енергоефективних технологій у приватному будинку та пошук шляхів впровадження даної технології у наших умовах»

Виконала: студентка групи Еко-71з

Спеціальності 101 «Екологія»

КЛИМЕНКО Галина Володимирівна

Керівник: Наталія КАЧМАР _____

Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК _____

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування

Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Галузь знань 10 «Природничі науки»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри _____
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентці
Клименко Галині Володимирівні

1. Тема роботи: «Екологічний аналіз доцільності застосування енергоефективних технологій у приватному будинку та пошук шляхів впровадження даної технології у наших умовах»

Затверджена наказом по університету № _____ від _____ 2023 р.

2. Термін здачі студенткою закінченої кваліфікаційної роботи 22. 12. 2023 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні та інтернет джерела, законодавчі акти, фізико-географічна характеристика району досліджень, методики виконання досліджень.

4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів)

Вступ

Розділ 1 Огляд літератури

1.1 Переваги та недоліки сучасних технологій будівництва

1.2 Основні характеристики еко-будинків

1.2.1 Основні переваги еко-будинків

1.2.2 Основні фактори загрози для безпечного середовища будинку

1.2.3 Взаємозв'язок між енергоефективністю та місцем розташування еко-будинку

1.3 Визначення поняття «Пасивний будинок»

1.4 Проблема використання природних ресурсів

Розділ 2 Об'єкт та методи дослідження

2.1 Різновиди енергоефективних будівельних та теплоізоляційних матеріалів

2.2 Роль опалення та вентиляції у процесі енергозбереження будинку

2.3 Ефективні будівельні матеріали для еко-будинку

Розділ 3 Результати дослідження

3.1 Основні причини та етапи переобладнання старого будинку

- 3.2 Розрахунок тепловтрат на прикладі приватного будинку
3.3 Екологізація приватного будинку методом його переобладнання
3.4 Розрахунок загальної вартості встановлення сонячних колекторів нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин
3.5 Основні способи збереження води у приватному домогосподарстві
Розділ 4 Охорона праці та захист населення в умовах надзвичайних ситуацій
4.1 Основні правила охорони праці при утепленні будинку мінеральною ватою та встановленні сонячних панелей
4.2 Основні рекомендації з охорони праці після закінчення теплоізоляційних робіт
4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру
Зробити висновки за результатами проведених досліджень
Сформулювати список використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

6. Консультанти з розділів:

Роз-діл	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3	Качмар Н.В. доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю.О. доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК			

7. Дата видачі завдання 14 жовтня 2022р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу “Огляд літератури”	14.10.22– 28.02.23	
2	Написання розділу “Об’єкт та методи дослідження”	01.03.22– 30.04.23	
3	Написання розділу “Результати дослідження”	01.05.23– 31.10.23	
4	Написання розділу “Охорона праці та захист населення в умовах надзвичайних ситуацій”, формулювання висновків, оформлення списку використаних джерел	01.11.23– 22.12.23	

Студент _____
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія КАЧМАР
(підпис)

УДК 631.17.022.12:631.27:

Клименко Г.В. Екологічний аналіз доцільності застосування енергоефективних технологій у приватному будинку та пошук шляхів впровадження даної технології у наших умовах. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Львів-Дубляни, Львівський НУП, 2024, 70 с.

70 ст. текст. част., 9 табл., 16 рис., 1 дод., 44 джерела літератури

В Україні стрімко зростає попит населення на відносно доступне житло, а відповідно постає питання забезпечення такого сучасного житла енергоефективними та недорогими будівельними матеріалами. Визначальним фактором при виборі житла все частіше стає рівень енергозатрат будинку та шкідливого впливу на його майбутніх мешканців.

Встановлено, що утеплення будинку мінеральною ватою вартуватиме вдвічі більше у порівнянні із застосуванням для утеплення пінопласту. Тепловий насос має ряд переваг над електричним котлом, але головним недоліком залишається вартість самого теплового насосу і його подальше обслуговування. Тепловий насос у 7–10 раз дорожчий від електричного котла.

У кваліфікаційній роботі розраховано окупність описаних енергоефективних технологій та доведено доцільність реконструкції старого будинку.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Переваги та недоліки сучасних технологій будівництва	8
1.2 Основні характеристики еко-будинків	15
1.2.1 Основні переваги еко-будинків	13
1.2.2 Основні фактори загрози для безпечного середовища будинку	14
1.2.3 Взаємозв'язок між енергоефективністю та місцем розташування еко-будинку	15
1.3 Визначення поняття «Пасивний будинок»	16
1.4 Проблема використання природних ресурсів	24
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
2.1 Різновиди енергоефективних будівельних та теплоізоляційних матеріалів	27
2.2 Роль опалення та вентиляції у процесі енергозбереження будинку	29
2.3 Ефективні будівельні матеріали для еко-будинку	30
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
3.1 Основні причини та етапи переобладнання старого будинку	35
3.2 Розрахунок тепловтрат на прикладі приватного будинку	36
3.3 Екологізація приватного будинку методом його переобладнання	43
3.4 Розрахунок загальної вартості встановлення сонячних колекторів нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин	50
3.5 Основні способи збереження води у приватному домогосподарстві	53
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	56
4.1 Основні правила охорони праці при утепленні будинку мінеральною ватою та встановленні сонячних панелей	56
4.2 Основні рекомендації з охорони праці після закінчення теплоізоляційних робіт	59
4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру	60
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТОК	69

ВСТУП

Актуальність теми. Людство століттями використовувало невідновлювані джерела енергії, такі як вугілля, газ та нафта. Однак запаси цих ресурсів обмежені, і вони не можуть бути відновлені. Тому в нашій країні останнім часом зростає важливість енергозбереження. Енергозбереження – це комплекс заходів, спрямованих на зменшення споживання енергії. Воно є важливим завданням для збереження природних ресурсів і захисту навколишнього середовища.

Енергозбереження – новий виток в технологічному розвитку, а також абсолютна необхідність при сучасних цінах на енергоносії і екологічних вимогах, що постійно посилюються. У структурі операційних витрат типової комерційного будівлі, витрати на енергію становлять близько 30%, а на деяких підприємствах металургійної, хімічної, нафтопереробної промисловості частка енергії у вартості продукту може досягати 60%. Тому правильно розроблений комплекс заходів з енергозбереження може значно скоротити витрати і оптимізувати бюджет.

Енергозберігаючі технології є ефективним способом зменшити споживання енергії. Вони можуть бути застосовані як на державному рівні, так і на рівні кожної родини. У житловому секторі енергозбереження передбачає впровадження заходів, спрямованих на зниження споживання електричної енергії, тепла, води та газу. Також можливе використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та геотермальна. Впровадження енергозберігаючих технологій та використання відновлюваних джерел енергії в житлово-комунальному господарстві є актуальним завданням у сучасних умовах.

Енергозберігаючі та енергоефективні будинки – це майбутнє. Однак, модернізація будівель старої забудови є складним і дорогим завданням, яке потребує значних інвестицій. Ефективне використання енергоресурсів у житлово-комунальному секторі є ключовим фактором для забезпечення сталого розвитку України.

Сучасний світ залежить від енергоресурсів, які є обмеженими. Людство отримує енергію від викопних ресурсів, таких як вугілля, газ і нафта. Ці ресурси не можуть бути відновлені за короткий час, тому останнім часом набирають популярність енергоефективні технології, які дозволяють отримувати енергію з відновлюваних джерел, таких як сонячна і вітрова енергія. Для ефективного використання енергоресурсів необхідно впроваджувати цілий комплекс заходів, включаючи модернізацію будівель, використання енергозберігаючих технологій і розвиток відновлюваних джерел енергії [5, 28].

Отже, основним напрямком розвитку світової енергетики є використання альтернативних поновлюваних джерел, таких як енергія сонця, вітру, води, біопаливо. Для України також актуальними є використання відходів агропромислового комплексу, палет, а також переоснащення газових котлів.

Мета роботи – аналіз ринку щодо наявних еко технологій та проведення розрахунків загальної вартості переобладнання будинку відносно існуючих матеріалів та технологій.

Об'єкт дослідження – приватний будинок побудований у середині минулого століття.

Предмет дослідження – екологічна та економічна доцільність використання енергоефективних матеріалів у процесі реконструкції будинку побудованого у середині минулого століття.

Основні методи дослідження – аналіз наявної наукової літератури та інтернет даних щодо існуючих нових розробок у сфері застосування енергоефективних технологій.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Переваги та недоліки сучасних технологій будівництва

У сучасному світі застосовують кілька основних технологій, власне за якими і зводять сучасні як приватні будинки так і цілі висотні комплекси. Проте кожна з цих технологій має свої як переваги так і недоліки. Розпочинаючи будівництво маємо вибір щодо технології, яка підходить для зведення будинку саме згідно наших потреб. Від того як побудований будинок і з яких матеріалів залежить комфортність та рівень безпеки проживання в ньому [29].

Одним із найдавніших і відносно екологічним методом є *зведення будинку із цегли*. Ця технологія є досить вже давньою – не одна сотня років, але і зараз це основа будівельної галузі. У будинках зведених із цегли зазвичай лише перекриття є із залізобетонних плит, а усі стіни викладені з цегли різноманітного типу, або це ще можуть бути керамічні блоки. Зведення будинків такого типу потребує дещо довшого відрізка часу, бо кожна окрема цеглина має бути правильно покладена і також з метою забезпечення достатньої теплоізоляції потрібно зважати на товщину стін. Зазвичай приватні будинки будували використовуючи два ряди цегли і це забезпечувало наявність між стінами повітряного простору. Відомим є факт, що у повітря дуже низька теплопровідність.

Проте, у такого будинку є ряд переваг: міцність та надійність, а інколи і довговічність; цегла – це продукт, який виготовлений з природніх компонентів і відповідно він є екологічним і забезпечує надійний повітрообмін у будинку. Цегла є пластичним матеріалом, який дозволяє реалізовувати різноманітні архітектурні рішення (декоративні виступи, арки тощо). Не менш важливою властивістю цегли є її стійкість до пожежі [6, 29].

З метою досягнення комплексу цих властивостей цегли потрібно чітко дотримуватися вимог технології, зважати на погодні умови у час ведення будівництва. Цегла – це дорогий будівельний матеріал, а тому дотримання

певних умов будівництва буде запорукою ефективного будівництва. Слід звернути увагу і на можливість просідання через певний час таких будинків, бо матеріал є досить важким, а ще відповідно додається цементний розчин, який теж додає загальної ваги.

Ще одним видом будівництва є вже досить застарілі *панельні будинки*, які характеризуються низькою як звукоізоляцією так і теплоізоляцією, бетонні стіни практично не пропускають повітря та й відповідно до сучасних норм будівництва не відповідають поняттю екологічне житло. Проте існує певна відмінність між сучасними панелями і тими, що застосовували ще кілька десятиків років тому. Сучасні панелі більш якісні і їх укладають при будівництві панельних будинків за принципом «сендвічу» з різних матеріалів. Такі панелі і поєднання більш сучасного принципу їх укладання забезпечують дещо вищий рівень шумо- і теплоізоляції. Слід пам'ятати, що у панельному будинку внутрішні стіни можуть не містити всередині себе якогось наповнювача, а це відповідно сприятиме втраті тепла і знизиться рівень звукоізоляції. До переваг панельних будинків належить: відносно менша ціна матеріалу та значно коротший час побудови. До недоліків можна віднести: фактична неможливість перепланування житла, так як кожна із наявних стін є монолітною і відповідно несучою, часто проекти і планування житла є досить однотипними.

Будинки, які побудовані із неякісних матеріалів будуть служити значно коротший час, а відповідно це відчується на фактичному часі, так як він буде досить недовгим у питанні експлуатації будинку без явних проблем [4, 29].

Однією з найпоширеніших і відповідно найпопулярніших у світі технологій будівництва є *монолітно-каркасна технологія*. Спочатку згідно даної технології зводиться каркас із залізобетону, який потрібно заповнити легким матеріалом. Такий спосіб будівництва дає можливість зменшити навантаження на ґрунтове середовище, а ще дозволяє будувати такі будинки в районах, де підвищена сейсмічна активність. Комфорт зазвичай залежить від якості використаних матеріалів, а ще перевагою цього методу є міцність, адже будинок зведений за монолітним принципом. Практикують застосування

абсолютно різних між собою матеріалів для зведення зовнішніх стіни і внутрішніх перегородок. Головною умовою здатність утримувати тепло і забезпечувати звукоізоляцію.

Отже до переваг відносимо: міцність, здатність витримувати певну сейсмоактивність місцевості, рівномірність усадки фундаменту, нетривалий час зведення будинку, широкий простір як для архітектурних так і дизайнерських рішень, незначна кількість несучих конструкцій. Недоліками виступають наступні чинники: низька екологічність, що пов'язано неприродним походженнями матеріалу будівництва, а каркас, який є залізобетонним має низьку акустичну здатність, а тому потрібно ще додатково використовувати звукопоглинаючі та теплоутримуючі матеріали. У зв'язку із недосконалим нормативним забезпеченням цієї галузі виникають певні проблеми, а особливо це стосується досить високих будівель. При виникненні пожежі наприклад драбин в пожежників для гасінні на такій висоті немає, і відповідно застосування гелікоптерів в Україні це теж майже фантастика. У нашій державі зазвичай ці норми продумані для дев'ятиповерхових будівель [4, 11].

Наступною технологією є зведення *монолітних будинків*. Монолітні будинки відрізняються від монолітно-каркасних тим, що в моноліті всі наявні стіни це є одне ціле, а не тільки каркас. Саме це і дозволяє реалізовувати різноманітні цікаві проєкти, проте одночасно ця технологія є надзвичайно матеріалозатратна, а відповідно не є досить популярною і широко використовуваною. Значна масивність зумовлює потребу жорсткого контролю безпосередньо на місці будівництва за перебігом робіт, адже перепланувати такий об'єкт є дуже коштовним задоволенням. Ця збірно-монолітна каркасна технологія застосовувалася ще у середині минулого століття, окремі блоки виготовлялись на заводі, а на будівництво їх просто привозили і укладали. За сучасних умов ця технологія є однією з найбільш перспективних альтернатив дешевого житла. Якість панелей для таких будинків мала б контролюватися на заводі, де їх виготовляють, безпосередньо перед їх відправкою на будівельний майданчик.

У даному випадку основним несучим елементом є каркас для поєднання і здебільшого застосовують суцільний моноліт. Такий вид забудови є альтернативним варіантом для сучасних нових районів, які будуються з метою швидкого їх зведення і відносного здешевлення готового житла. Загалом це досить якісне житло, але тут присутня одноманітність проектів, тобто серійне будівництво однотипних будівель. Головною перевагою є дешевизна та терміни зведення будівлі, будівельні матеріали як для зовнішнього оздоблення так і для внутрішніх стін обирає сам забудовник.

1.2 Основні характеристики еко-будинків

Відповідно до сучасних вимог та тенденцій в будівництві все частіше звучить поняття екологічне або ще його називають «зелене» будівництво, яке виступає як інструмент розумної економії і тим самим дозволяє зменшити рівень негативного впливу на довкілля у процесі будівництва, експлуатації вже готового будинку, а також забезпечує формування комфортних умов для проживання [41, 42].

Основним гаслом при будівництві еко-будинків це є – гармонія із природою.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд сучасного еко-будинку

Базовими принципами сучасного екологічного будівництва є ефективне використання усіх видів енергії, води та ряду інших ресурсів, а відповідно скорочення обсягу відходів і як наслідок зменшення низки екологічних впливів, застосування для будівництва місцевих будівельних матеріалів та інших наявних виробів місцевого походження, застосування для будівництва та внутрішнього оздоблення лише матеріалів, які є екологічно сертифікованими [29, 40].

З метою економії ресурсів пропонується підвищувати загальну енергоефективність будівлі за рахунок мінімізації енергоспоживання, перевага у використанні на користь енергії вітру, теплових насосів та сонячних колекторів. Визначальним фактором є використання сертифікованих будівельних матеріалів, які володіють низьким, або нульовим рівнем негативного екологічного впливу впродовж цілого життєвого циклу, а також потрібно намагатися використовувати наскільки це можливо дані матеріали повторно.

Отже основними характеристиками еко-будинків є:

1. У процесі будівництва будинку забудовники намагаються не використовувати відносно важку будівельну техніку.
2. Звертається особлива увага на те, як будинок вписується у наявне природне середовище.
3. У процесі зведення екобудинка обов'язково приймають до уваги природне освітлення майбутнього приміщень, адже сонячне світло дозволяє суттєво заощадити електрику, сприяє відсутності зайвої вологи, а відповідно і утворення плісняви, а також і здатне забезпечити жителів будинку таким потрібним вітаміном Д.
4. Звертається увага і на пануючий напрямок вітру у даній місцевості, адже природна вентиляція – це одна із визначальних заповрок здоров'я.
5. Присутні рекомендації відносно ефективного озеленення приватної території та самого приміщення.
6. Ну і основною перевагою є екологічно безпечні матеріали, які використовують як для будівництва так і для оздоблення внутрішнього простору приміщення.

1.2.1 Основні переваги еко-будинків

Головною перевагою еко-будинки відносно традиційних будівель є те, що вони більш пристосовані і покликані менш витратити тепла і загалом усіх ресурсів, які традиційно задіяні для забезпечення об'єкта опаленням та електропостачанням. З метою досягнення вище вказаних цілей потрібно такі будинки правильно планувати, що сприятиме економії електроенергії, наприклад основну частину вікон розташовувати так, щоб вдень не використовувати штучне освітлення. Також, якщо більшість вікон направлені на південь, то це дозволяє підвищити коефіцієнт отриманого тепла. Не слід недооцінювати і вентиляцію, бо саме вона дозволяє рівномірно розподіляти наявне тепло по усьому будинку [6, 41].

Прикладом найбільш яскравих проєктів еко-будинків у світу є:

- Модульний еко-будинок типу Solar-5 M
- Проєкт нульового еко-будинку «ZeroHouse»
- Еко-будинок «The Natural House»
- Автономний енергозберігаючий еко-будинок – «Резиденція Яннеля»
- Еко-будинок DomeSpace
- Енергетично пасивний еко-будинок Hof House (рис. 1.2)



Рисунок 1.2 – Пасивний еко-дім в м. Київ

1.2.2 Основні фактори загрози для безпечного середовища будинку

Санітарно-гігієнічний стан будь-якого будинку та відповідно його прибудинкової території формує ряд факторів і саме вони можуть або негативно впливати на жителів будинку, або навпаки сприяти комфортним умовам проживання.

Такими факторами є: *хімічні* – різного виду сполуки, а також аерозолі, що формуються у процесі експлуатації будинку. Найчастіше такими речовинами є оксиди азоту, усім відомий чадний газ, формальдегід, фенол, вуглекислий газ. В основному ця проблема характерна для будинків, які не мають якісної вентиляції. Часто фіксують наявність у будинках таких речовин як аміак та аерозолі металів. Ці сполуки здатні негативно впливати на людей, бо мають властивість накопичуватися в організмі. Непоодинокі випадки, коли жителі страждають на алергічні реакції чи хронічні захворювання і не можуть визначити джерела, що провокує такі реакції, а причина ховається у матеріалах з яких зведений будинок. За винятком зовнішніх подразнюючих факторів люди часто страждають саме від внутрішніх факторів, які їх оточують у начебто безпечному середовищі: присутність певних побутових приладів, несправності певних систем, неякісні використані матеріали. Інколи потрібно зробити низку досліджень, щоб ідентифікувати джерело небезпеки: шкідливі речовини у воді, токсиканти у повітрі тощо [38, 43].

До біологічних чинників відносять: наявність паразитів, які здатні перебувати в меблях, килимах, жити на тілі домашніх тварин. Однією з найрозповсюдженішою проблемою є підвищена вологість у приміщенні, що сприяє зараженню стін і підлоги хвороботворними бактеріями чи певною цвіллю. З метою запобігання розвитку цієї проблеми потрібно слідкувати за рівнем вологості і чистотою, систематично провітрювати приміщення. Сучасні будинки вже більш пристосовані до уникнення цих проблем, адже в них здебільшого вже є ефективні системи як фільтрації так і вентиляції будинку. Обладнання сучасного еко-будинку дозволяють за допомогою рекуператорів

регулювати внутрішню температуру повітря в приміщеннях та загалом збалансовувати якість повітря [29].

З метою забезпечення відсутності фізичних негативних факторів впливу, а особливо, щоб уникнути дії електромагнітного «смогу», потрібно не перевантажувати певне приміщення електроприладами. Якщо будівельні матеріали є мінеральними, а їх походження викликає певні сумніви (загалом на натуральний камінь також варто звернути увагу) рекомендовано перевірити на радіоактивність. В Україні є аномальні території, де природне залягання радіоактивних елементів є досить близьким до поверхні і матеріали з таких місцевостей можуть наприклад фонити радоном.

1.2.3 Взаємозв'язок між енергоефективністю та місцем розташування еко-будинку

Обираючи для життя будинок треба звернути увагу на значну кількість зовнішніх факторів. За умови, якщо будинок є уже побудований то потрібно максимального його переобладнати, а якщо на стадії проектування, то більшість вікон потрібно влаштувати так, щоб вони були орієнтовані на південну сторону. У разі близького розташування автостради чи промислового об'єкту, необхідно встановити дво- чи трьох камерні склопакети, що будуть виконувати шумозахисну функцію [40, 41].

При можливості потрібно знати і особливості самої земельної ділянки, де буде зведений будинок: тип ґрунту (щоб у подальшому уникнути просідань, зсувів тощо), рівень ґрунтових вод (як наслідок може бути підтоплення, підвищена вологість приміщення, утворення цвілі тощо). У місцевостях, де досить висока природна вологість важко спрогнозувати усі можливі наслідки і точно та правильно сконструювати будинок, щоб він не шкодив здоров'ю його мешканців. Штучне висушування природної вологи це дуже тривалий і затратний процес, а це ніяк не виправдані дії. Також слід звернути увагу на

сусідні забудови, щоб уникнути ефекту затінювання сусідніми будинками. Без врахування цих факторів неможливо створити здоровий мікроклімат у будинку.

1.3 Визначення поняття «Пасивний будинок»

«Пасивний будинок» – це будинок у якому згідно вимог ISO 7730 тепловий комфорт отримується лише за рахунок додаткового попереднього підігріву (чи навпаки охолодження) маси наявного свіжого повітря, яке необхідного для підтримання в певному приміщенні повітря відносно високої якості, без застосування додаткової рециркуляції.

Енергоефективність такого будинку залежить не лише від матеріалів, з яких він зведений, але і від конструктивних особливостей будинку. Згідно європейської класифікації будинки таких типів класифікують на: будинки низького енергоспоживання, будинки з ультранизьким енергоспоживанням та пасивні будинки, які зовсім не потребують традиційного опалення [40].



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд першого пасивного будинку, який був зведений у 1991 році в Німеччині.

Пасивний будинок не потребує також і застосування штучної вентиляції чи кондиціонування, водопостачання забезпечується зазвичай з водної

свердловини, вода в якій відповідає усім встановленим стандартам. Опалення у такому будинку забезпечується завдяки теплу, що надходить від побутових приладів та нетрадиційних джерел енергії; вода нагрівається за рахунок роботи установок альтернативної енергії, зазвичай, теплових насосів чи сонячних колекторів. За наявності сонячних колекторів будинок буде автономним і єдине що використовує – це електрику і воду, а тим самим повністю забезпечуючи необхідну життєдіяльність мешканців. Незначне додаткове опалення може знадобитися лише в період низьких температур. Будинки такого типу дозволяють значно економити через використання малих об'ємів теплової енергії [7, 20].

У таблиці 1.1 представлено реальну залежність між показниками витрати тепла будинками різних типів. Особливу увагу слід звернути на показники енергоефективного пасивного будинку і застарілого будинку, який побудований без врахування енергоощадних технологій.

Таблиця 1.1 – Загальні витрати теплової енергії будівлями різного виду

Звичайний житловий будинок загальною площею 140 м ²	Розхід тепла за рік, Квт, год/м ³ рік	Питома витрата тепла, Вт год/м ²
Будинки зведені до середини 90-х рр.	600	125
Будинки згідно Державної будівельної норми В 2.2-15-2005	150	70
Будинки із низьким рівнем енергоспоживання	70	від 14 до 32
Будинки із ультранизьким рівнем енергоспоживання	від 30 до 15	від 10 до 12
Пасивний еко-будинок	менше 15	менше 7

Для пасивного будинку норма енергоспоживання знаходиться на рівні 10% від питомої енергії на одиницю об'єму, що споживає основна частина сучасних будівель. Пасивний будинок є фактично незалежною енергосистемою,

яка практично не вимагає ніяких витрат на підтримування потрібної температури як повітря так і води. В основу принципу проектування будинків енергоефективного типу закладено умову, щоб використовувати усі можливості з метою збереження тепла. В сучасних екологічно складних умовах і у час стрімкого скорочення на Землі енергопаливних ресурсів зведення пасивних будинків є одним із рішень, яке може значно змінити і покращити загальну екологічну ситуацію на нашій планеті.

Концепція «пасивного будинку» реалізується через: раціоналізацію архітектурно-планувальних рішень; добру ізоляцію всіх частин будинку; утеплення стін та дахів проводять використовуючи вискоефективні утеплювачі, які не поступаються властивостям у випадку цегляної кладки; встановлення трикамерних склопакетів, які володіють низькою тепловіддачею.

Багато уваги звертається на моменти при облаштуванні стиків елементів, металевих деталей та куточків будівлі, бо саме через них активно втрачається тепло. Завдяки ущільненню будівлі, отримуємо ефект термоса, бо не випускається тепле повітря, а відповідно знижується потреба в додатковому опаленні приміщення [10, 23].

Основні критерії для пасивного будинку згідно Європейських стандартів:

- Питома витрата теплової енергії на опалення, не має бути вищою за 15 кВт·год/ (на 1 квадратний метр на рік);
- Навантаження на опалення має бути на рівні ≤ 10 Вт·м²;
- Спеціальні вимоги попиту охолодження будівлі мають становити ≤ 15 кВт·год/(на 1 квадратний метр на рік);
- Щорічний період перегріву (тобто коли температура в самому приміщенні є вище 25 °С) має бути ≤ 10 %;
- Результат тесту відносно герметичності (N50) має становити $\leq 0,6$ зміни повітря/год;

- Сумарне споживання первинної енергії з урахуванням усіх побутових потреб (забезпечення опалення, підігрів води й генерування електроенергії), не повинно в таких будинках перевищувати $\leq 120 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$).

На даному рисунку, використовуючи інфрачервоні промені, показано порівняння реальних тепловтрат тепла звичайним будинком і пасивним будинку.

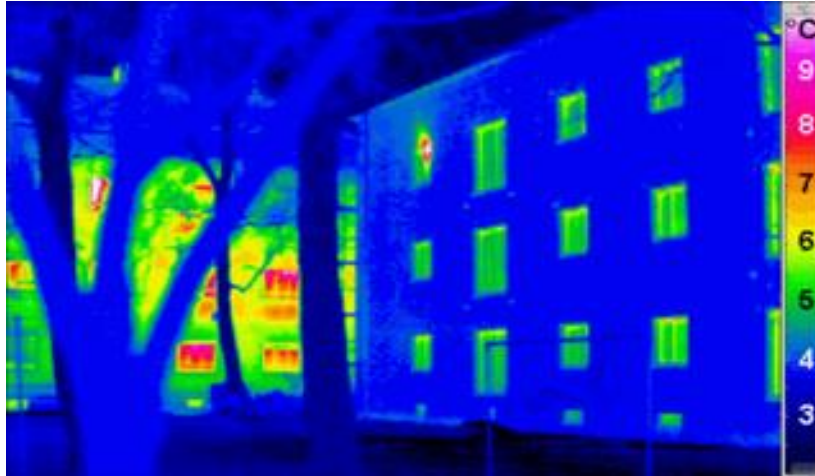


Рисунок 1.4 – Ефективність теплоізоляції у пасивному еко-будинку у порівнянні із звичайним будинком.

Тепло-втрати на прикладі пасивного будинку практично рівні нулю, а при цих же кліматичних умовах звичайний будинок забезпечує нагрівання повітря вулиці.

Стіни забарвлені у темно-синій колір вказують на те, що вони холодні і не пропускають тепла, а відповідно і що у стін хороша теплоізоляція. Жовто-червоне забарвлення будівлі вказує на місця, де власне і відбуваються втрати тепла з будинку, тобто теплоізоляція тут неефективна. Отже, запланувавши використання матеріалів, що володіють добрими теплосберігаючими властивостями і використавши новітні технології в процесі зведення будинку ми отримуємо можливість економити як на опаленні так і на електроенергії. У тривалій перспективі це значні суми як для мешканців будівлі так і для країни в цілому, яка зацікавлена у енергозбереженні та переходом на альтернативні джерела енергії (рис. 1.4) [29, 31].

Відносно затрат на будівництво то зведення пасивного будинку приблизно на 15–20% обходиться дорожче у порівнянні із звичайним житлом, проте слід пам'ятати про переваги у процесі експлуатації систем, які забезпечують будівлю необхідним комфортом. Ці затрати обов'язково окупляться, не говорячи вже за екологічні переваги таких будинків.

Пасивні будинки стають все популярнішими через свій комфорт і екологічність. У таких будинках усюди однакова комфортна температура, вологість і чистота повітря, а це важливі фактори, від яких залежить наше здоров'я. Зважаючи на те, що значну частину свого часу люди перебувають в приміщеннях, то усі ці затрати є виправданими і безпосередньо формують якість нашого життя [40, 41].



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд пасивного будинку типу Optima House зведеного на околицях Києва

Це приклад одного з перших пасивних будинків, який побудували за даним екологічним принципом, він має власну свердловину та низку енергоефективних інженерних систем. Цей будинок є досить компактним і включає у себе усі необхідні для нормального життя середньостатистичної сім'ї приміщення.

Значна кількість людей уже розуміє що жити у пасивному будинку це інвестиції у здоров'я власної родини.

Коли іде мова про енергоефективність, то зазвичай, маємо на увазі заощадження саме тепла і електроенергії у будинках, які вже експлуатуються. Колись не існувало проблеми щодо оплати комунальних послуг, а тому як результат маємо безліч великих будинків, які важко і дуже вартісно обігрівати. У сучасних умовах ситуація кардинально змінилася і фокус направлений як на якість так і на вигоду [21].

У Європейському Союзі також діє головний документ "Директива про енергетичну ефективність будівель", який диктує правила повного переходу на нульову енергозалежність будівель. У часові рамки звичайно ніхто не вклався, але процес успішно продовжується. Загалом приватний житловий сектор приблизно споживає 30% первинних енергоносіїв у вигляді газу, вугілля. Якщо навіть знизити споживання лише на 1%, то економія складатиме в межах 55 млн тонн нафтового еквівалента енергії, а це відповідно дозволить зберегти значні обсяги ресурсів. Як показує практика залишок невикористаної енергії за потреби можна продавати і отримувати додатковий дохід. Для того, щоб реально працював принцип нульової енергозалежності, на етапі будівництва будинку важливо враховувати існуючі європейські вимоги до "пасивних" будинків, які були вказані по тексту вище. Загалом це відсутність тріщин, правильне розташування вікон та вентиляції тощо.



Рисунок 1.6 – Схема втрати тепла у звичайному будинку

На даному рисунку 1.6 представлена схема звичайного будинку і показано приблизні відсоткові втрати тепла через усі можливі отвори та щілини. Якщо навіть трохи зменшити рівень втрати тепла застосовуючи метод утеплення стін і даху, замінити чи встановити якісні (дихаючі дерев'яні з дво- чи трьохкамерним склопакетом) вікна, то середньостатистичний будинок буде на 70% теплішим. Відносно коштовні на перший погляд речі дадуть можливість економити значну суму грошей у подальшому. У міру розвитку сучасних технологій зараз уже є широкий спектр для вибору якісних будівельних матеріалів. Популярними є сіп панелі – це пресовані різноманітні природні матеріали, які формуються з кількох шарів і ззовні є облицювальний шар, а вже далі знаходяться теплоізоляційні матеріали [29].

З даних, які представлені у таблиці 1.2 зрозуміло що, сучасні будматеріали є досить ефективними.

Таблиця 1.2 – Порівняльні характеристики будівельних матеріалів, які використовуються у процесі будівництва житлових приміщень

Матеріал	Щільність, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності Вт/(м*с)	Тепло-втрати, Вт/м ²	Товщина стіни при (R _{опр} = 3,15, м)	Маса 1м ² стіни, кг
Цегла глиняна повнотіла	1700	0,81	54	2,55	4337,6
Цегла глиняна (порожнистість 20%)	1400	0,43	28,67	1,35	1896,3
Цегла силікатна	1800	0,87	58	2,74	4932,9
Пористий бетон (автоклавний)	550	0,18	17,5	0,55	303,19
Керамзитобетон	850	0,38	26,67	1,18	1004,1
Дерево	500	0,15	33,33	0,47	236,25
Полістиролбетон	450	0,13	13,33	0,3	135
СПП-панель	600	0,041	0	0,17	20

Тому рекомендується використовувати готові панелі на основі природних матеріалів у разі необхідності швидкого зведення будівлі. Використання глиняної цегли, яку укладають у два шари, а потім ще і застосовують зовнішнє утеплення слід обирати у разі бажання отримати надійний, якісний та екологічно безпечний будинок за усіма параметрами [2, 25].

Все частіше сучасні пасивні еко-будинки будують використовуючи принцип каркасного типу: основа – це дерев'яний каркас з сосни чи дуба, який оббивають кількома шарами теплоізоляційного природного матеріалу. Під зовнішній шар укладають гідроізоляційну мембрану. Ця технологія дозволяє зробити будинок відносно легким та дешевим.

Особливостями сучасних вікон за винятком наявності скла з повітряною мембраною є ще і сонцезахисні і енергозберігаючі властивості вікон, в камерах таких вікон використовують замість повітря аргон, який має кращі теплопровідні властивості. Загалом енергозберігаюче сучасне вікно на 30–50% ефективніше за звичайне, хоча і є значно дорожчим.

Для забезпечення якісної вентиляції використовують рекуператор повітря, який монтується в потрібних кімнатах на зручну висоту. Робота рекуператора (він складається з 2-х труб між якими проходить повітря) ґрунтується на витягуванні повітря з будинку за допомогою вентилятора, або навпаки нагріванні повітря, яке потрапляє з вулиці в будинок. Рівень збереження тепла за таких умов становить 91%. Рекуператор повітря споживає від 1 до 2 Вт електроенергії, а ще він працює безшумно та має здатність запобігати утворенню цвілі [10, 43].

Хорошою альтернативою для таких будинків є використання енергії сонця методом її конвертації за допомогою сонячних колекторів, а також використання енергії ґрунту та підземних вод встановлюючи теплові насоси. Ці системи здатні зробити будівлю цілком енергонезалежною. ККД вказаних пристроїв значно більше і це вигідне капіталовкладення, бо не потрібно потім витратитися на електрику та опалення [28].

Не менш важливим є використання ефективних технологій гідроізоляції та паро бар'єра. Відомі технології сприяють регулюванню температури та зменшенню кількості тепла, що втрачається. З метою зменшення кількості вологи, що накопичується під дахом та з метою утеплення використовують фольговану мінеральну вату. Дах рекомендовано зводити каркасним методом з дерева, згори покривати черепицею і далі монтувати сонячні панелі.

1.4 Проблема використання природних ресурсів

Згідно інтернет даних житловий фонд України дорівнює 10,2 млн будинків. Загальна їх площа становить 1066,6 млн м². У комунальній власності перебуває – 238,2 тис. будинків, а це 2,3 % від загального житлового фонду нашої держави. Близько 1 % житлових будинків у країні знаходиться у аварійному стані і це дані не враховуючи наслідків війни, бо зараз такої статистики не ведеться [4, 41].

Значна частина забудови середини минулого століття потребує капітальної реконструкції, щоб забезпечити безпечні умови проживання тамтешніх мешканців. Такі будинки витрачають безліч ресурсів, які обігрівають вулицю. В таблиці представлено дані щодо кількості ресурсів на одну особу згідно передбачених державою нормативів.

У сучасних умовах все частіше турбує питання як зменшити загальні кількості споживаних ресурсів?

Ці дані сприяють розрахунку потрібної субсидії для малозабезпечених верств населення. У таблиці 1.3 власне і представлено норми щодо об'ємів споживання природного газу.

Таблиця 1.3 – Діючі норми щодо кількості спожитих природних ресурсів

Пропонована послуга	Встановлена норма
Об'єми споживання природного газу	
Для забезпечення опалення	7 м ³ на 1 м ² площі * кориг. Коеф. (в опалювальний період)
Для приготування їжі	6 м ³ на одну особу
Для приготування їжі і підігріву води, якщо відсутнє гаряче водопостачання	9 м ³ на одну особу
Для роботи газової плити і нагрівача води	18 м ³ на одну особу
Централізоване водопостачання та водовідведення	
Постачання холодної води	Постачання холодної води
	4,0 м ³ на одну особу (якщо нема централізованого постачання гарячої води)
Постачання гарячої води	1,6 м ³ на одну особу
Водовідведення	4,0 м ³ на одну особу

Рівень використання електроенергії вважається одним із ключових показників (табл.1.4). З часом споживання електричної енергії лише зростає і в наступній таблиці представлені дані щодо споживання електричної енергії, яка потрібна для забезпечення обігріву будинку та роботи електроплити.

Таблиця 1.4 – Норми споживання електроенергії

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
на опалення	65 кВт.год на 1 м ² площі * кориг. коеф. (в опалювальний період)
у будинках, обладнаних стаціонарними електроплитами	130 кВт. год. на сім'ю з однієї особи + 30 кВт. год. на іншого члена сім'ї (за наявності централізованого постачання гарячої води)
	150 кВт. год. на сім'ю з однієї особи + 30 кВт. год. на іншого члена сім'ї (за відсутності централізованого постачання гарячої води)
у будинках, не обладнаних стаціонарними електроплитами	90 кВт. год. на сім'ю з однієї особи + 30 кВт. год. на іншого члена сім'ї (за наявності централізованого постачання гарячої води)
	120 кВт. год. на сім'ю з однієї особи + 30 кВт. год. на іншого члена сім'ї (за відсутності централізованого постачання гарячої води)

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Різновиди енергоефективних будівельних та теплоізоляційних матеріалів

Найперше енергоефективність будівлі буде залежати від матеріалу з якого зведені стіни. Адже, стіна з газобетону, буде виконувати певні функції по теплозахисту при наявності її товщини 40 см, а стіни з пінобетону даватимуть аналогічний ефект при їх товщині 50 см, тоді як з керамзитобетону вона має становити 60 см і керамічної цегли відповідно 150 см. Проте кожен з вище вказаних матеріалів має і свої недоліки, наприклад пористі матеріали є легшими і відповідно швидше просідають, а ще мають непоганий коефіцієнт щодо тепловтрати відносно кількості витрачених коштів на їх придбання. Хоча ще не існує ідеального матеріалу який би цілком відповів усім потребам населення, а особливо щодо енергоефективності, часу потрібного для зведення будинку та коштів, які необхідні на будівництво [11, 29].

Останнім часом досить популярними є газобетон і пінобетонні, але ці матеріали мають відносно низький коефіцієнтом теплопровідності. Проте ці матеріали дають можливість досить таки скоротити витрати на будівництва. Проаналізувавши ціни на сучасні матеріали і підсумувавши загальну суму яка потрібна на побудову нового будинку, можна стверджувати: використання різноманітних сучасних матеріалів таки досить пришвидшує будівництво і одночасно робить надзвичайно різним по його собівартості. Широкий асортимент будівельних матеріалів інколи і не зовсім позитивно відображається на виборі справді ефективних матеріалів.

Ефективний «теплий» будинок можна отримати лише тоді, коли правильно зробити герметизацію усіх огорожувальних конструкцій, а саме: стін, підлоги, вікон та даху. У сучасному пасивному будинку використовують як зовнішню так

і внутрішню теплоізоляцію, саме яка і регулює процес проникнення холоду взимку, зберігаючи наявне внутрішнє тепло, а влітку навпаки захищає від спеки.

Таблиця 2.1 – Співвідношення щільності матеріалу до його теплопровідності

Вид матеріалу	Щільність матеріалу, г, кг/куб. м	Міцність матеріалу, R, МПа	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, λ, Вт/(м*С)
Керамзитобетон	1000	7,5-10	0,33
Ніздрюватий бетон	800	5,0-7,5	0,21
Газобетон	400	1,0-1,5	0,1
Пінобетон	700	2,5-5,0	0,16
Монолітна укладка	300	0,5	0,07
Цегла керамічна	1800	7,5-10	0,56
Цегла силікатна	1800	7,5-15	0,70
Базальтові плити	250	0,5	0,052
Ракушняк	1200-1800		0,46-0,73
Шлакоблок	1200	5-10	0,47
Деревина	500		0,09

Для того щоб зменшити тепловтрати в стінах і через дах обов'язково треба усунути так звані містки холоду. Розпочати потрібно з вікон, які є не лише основним джерелом сонячного світла, але й саме через їх отвори проникає холод. Найефективнішим способом усунення даної проблеми є установка склопакетів з декількома повітряними камерами, або монтування склопакетів, які здатні утримувати ультрафіолетове випромінювання [5].

2.2 Роль опалення та вентиляції у процесі енергозбереження будинку

Комфортні умови для мешканців будинку створюються враховуючи низку наявних систем і одною з таких саме і є система опалення, яка зазвичай працює за допомогою газового котла або на основі твердопаливного котла, використовують ще тепловий насос чи котел електричного типу. Котли, які працюють за принципом застосування твердого палива є на порядок ефективнішими у порівнянні з пічним опаленням, проте і вони мають недоліки. Найбільшою проблемою є його не екологічність через виділення у процесі згорання деревини великої кількості шкідливих речовин. Навіть за умови використання палет, які вважаються більш екологічними, все одно утворюються продукти згорання. Зазвичай опалювати приміщення газом є дешевше та більш безпечніше для довкілля [43].

Проте, слід звернути увагу на енергію, яку можна отримати за допомогою використання теплових насосів, адже вона в 3 рази обходиться дешевше у порівнянні з газовою і в 5 разів дешевше відносно електричної. Тут питання постає щодо фінансової спроможності власника будинку, адже зараз тепловий насос коштує значно більше ніж усі види вище згаданих. Переваги використання тепло насосів базуються на високому їх рівні екологічності і подальшій економії, але потрібно мати кошти, щоб встановити саме такий насос. Використовуються дані насоси у поєднанні з теплими підлогами та звичайними радіаторами. З метою забезпечення помірною клімату рекомендовано використовувати вакуумні сонячні колектори і використовувати їх можна впродовж усього року, вмонтувавши на даху будинку. Встановлено, що за наявності сонячних панелей на похилому даху звичайний бойлер становитиме дешевше (рис. 2.1). сучасні енергозберігаючі технології у вигляді теплового насосу, дають можливість економити також і на електроенергії, бо потребують значно меншу кількість електроенергії на 1 Вт добутого тепла. Основним недоліком все ж таки залишається вартість даного обладнання [39].

Наступним чинником забезпечення потрібного комфорту та здоров'я є ефективна вентиляція у приміщенні. Звичні для нас вентиляції, які є у вигляді витяжки у ванній кімнаті, туалеті чи на кухні це вже застарілі і неефективні системи.



Рисунок 2.1 – Типове розташування теплового насосу, баку термоса

Ця система комплексно нездатна виконувати покладені на неї функції, а особливо якщо ще будинок має певні недоліки стосовно опаленню. Тоді така вентиляція тягне за собою ряд негативних наслідків у вигляді утворення цвілі на стінах, наявність підвищеної вологості. Щоб цього уникнути сучасний ринок пропонує ряд новинок, які згідно існуючих технологій ефективно рекуперують повітря [10].

2.3 Ефективні будівельні матеріали для еко-будинку

Екологічно безпечні будівельні матеріали не завжди повинні мати природне походження. Інколи вони виготовляються людиною і проходять шлях певної обробки. Проте, важливо, щоб у процесі їх виробництва, застосування та

подальшої утилізації не використовувалися і не утворювалися небезпечні речовини. Якість матеріалу має підтверджувати сертифікат екологічної відповідності. Відповідно до європейських норм, найбільш екологічним матеріалом для зведення стін є деревина, яка не оброблена антисептиками чи лаками, які містять значний рівень вмісту летких органічних сполук. Проте проблема полягає у тому, що необроблене дерево є звичайно недовговічним, а тому в сучасному будівництві постає дилема чи його варто за таких умов застосувати. За таких умов потрібно використовувати з метою оброблення і покриття деревини лише сертифіковані і екологічні лакофарбові матеріали, а також застосувати таку оброблену деревину лише для зовнішніх стін будинку або у випадку коли всередині застосовують закриті конструкції [6, 29].

На другому місці по екологічних властивостях знаходиться газобетон у якому немає небезпечних складових, незначний рівень радіонуклідів, а саме виробництво вимагає невисокої енергоємності. Цей матеріал використовують як для зовнішніх так і для внутрішніх стін.

Наступним популярним будівельним матеріалом є кераміка, але відносно газо бетонних блоків має у своєму складі значно більше радіонуклідів, проте ці дози знаходяться на рівні ГДК. Для виготовлення кераміки потрібно значно більше затратити енергії. З вище вказаними матеріалами успішно конкурують матеріали так званого кустарного виробництва: різновиди саману та глинобіту.

Основними перевагами цих матеріалів є практично нульова енергоємність їх виробництва, а при самому вже будівництві не використовують цемент. Проте каркасні стіни неоднозначні у екологічному плані, так як різняться конструктивними рішеннями та матеріалами. Якщо всередині самого приміщення використані деревостружкові чи деревоволокнисті плити, а як утеплювач застосували пінополістирол, що може бути негерметично ізольованим від наявного внутрішнього середовища, то тоді такий будинок вже не матиме статусу екологічного [29, 40].

Покрівельними матеріалами екологічного типу є: очерет, гонт, черепиця керамічна, мідні покрівельні матеріали та сланець. Основною проблемою щодо

їх масового використання є висока ціна. Тому як альтернативу можна застосовувати і металеву покрівлю.

Відносно утеплювачів то екологічними вважаються наступні: очеретяні та деревоволокнисті мати, піноскло, керамзит, а також перліт. Слід звернути увагу на те, що кам'яна вата містить у своєму складі фенол, а відповідно вона має бути цілком ізольована всередині даної конструкції. Рекомендовано мати і сертифікати на якість вату. Проте альтернативою є її заміна на утеплювачі нового покоління – мінераловатні. Мінеральна вата є виготовлена із застосуванням акрилу, але знову ж таки їх вартість досить вища. Проте повної екологічності досить важко сучасному будівництві досягти, бо є матеріали, які не зовсім є екологічними, так як вже піддавалися певним процесам, наприклад плити пресують і склеюють клеями, які містять різні хімічні сполуки; застосовують також і полівінілхлоридні декоративні плівки, застеляють лінолеум з полівінілхлориду, а звідти і виділяється хлористий вініл; епоксидні лаки, фарби та клеї виділяють леткі токсичні речовини; небезпека застосування пінополістиролу полягає у його токсичності при пожежі [8, 9].

Тому, вибираючи штучні вироби чи лише матеріали слід надати перевагу екологічно сертифікованій продукції, яка має відповідні знаки екологічного маркування (рис. 2.2) [3, 26].

На території нашої держави діють екологічні сертифікати визнаної сертифікаційної системи кількох країн світу. Наш екологічний сертифікат та відповідно право на маркування певної екологічно сертифікованої продукції позначається знаком «Зелений журавлик». Лише декілька вітчизняних компаній на даний момент мають такі сертифікати. Такі сертифікати можуть бути видані як на природні матеріали, так і на синтетичні, так як головною умовою при його виданні є рівень впливу на довкілля. Проте, і не всі природні матеріали завжди мають сертифікати, бо частина з них у процесі їх виготовлення піддається наприклад склеювання клеєм, де міститься феноли. Окремою проблемою українського ринку будівельних та лакофарбових матеріалів є можливість збоку недобросовісних компаній підробляти сертифікати, вказуючи невірні дані щодо

властивостей матеріалу і тим самим підвищують собівартість та розміри власних надприбутків.



Рисунок 2.2 – Найбільш поширені в Україні знаки екологічних маркувань

Отже, сучасний ринок пропонує можливість широкого вибору як технологій так і матеріалів, які дають можливість економити, але головною проблемою у цьому питанні залишається вартість цих технологій та відносно довгий термін їх окупності.

Тому рекомендують на стадії проектування будинку звернутись до компетентних будівельних компаній за консультацією, щоб від професіоналів дізнатися усі переваги даного виду житла. Це забезпечить уникнення втрат тепла, накопичення вологи та сприятиме організації комфортного проживання. Якщо мова іде за будинки старого типу то варто провести часткову реконструкцію чи капітальний ремонт такого будинку, щоб мати можливість жити у безпечному житлі [11].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Основні причини та етапи переобладнання старого будинку

Аналізуючи основні причини, які спонукають багатьох людей до переобладнання свого будинку найперше слід виділити екологічну та економічну складові.

У зв'язку із військовими діями і відповідно значною кількістю знищеного житлового фонду важко вказати якусь точну цифру, але до війни з усього наявного житлового фонду в Україні можна знайти інформацію, що близько 50% усіх будівель – це житло старої забудови. Також в Україні на одного її жителя припадає приблизно 23,8 квадратних метрів житлової площі, а у Європі це число становить майже вдвічі більші. Проте, в останні роки в Україні все більше приймається в експлуатацію квадратних метрів житла у вигляді новобудов. Якщо брати до уваги приватний сектор, то тут проблемою є значне споживання природних ресурсів та ще й неефективно, а це призводить до тепловтрат і накопичення значної кількості відходів. Колись будинки зводилися за застарілими технологіями та із матеріалів, які часто були не енергоефективними.

Життя у приватному секторі окрім позитивних сторін має і негативні, а саме: проблеми щодо поводження із сміттям, неякісна очистка води, неможливість енергозбереження, тепла та електричної енергії. Часто у місцевостях де переважає приватна забудова відсутні екологічні програми допомоги чи розвитку еко-будинків і це за умови, що є досить цікаві програми, які здатні реалізуватися вже зараз, а особливо якщо є наявні стартові кошти, бо все таки екологізація будинку є досить затратним проектом. Проте, завжди є вибір чи жити у квартирі і користуватися лише визначеними жити у приватному будинку і відчувати переваги автономності та не залежати від конкретних постачальників послуг [17, 21].

Загальновідомим є факт, що ресурси які необхідні для нормальної життєдіяльності людини в приватному будинку, використовують не на повну.

Практично в кожному приватному господарстві є компостні ями, сировину з яких можна використовувати за допомогою новітніх технологій як паливо. Найвідомішим методом є застосування біоустановки по отриманню біогазу, який можна застосовувати для потреб свого ж будинку. Є багато проектів, які направлені на вирішення проблеми наявних стічних вод за умови повної відсутності очисних споруд у населених пунктах. Проте, проблемою є те, що ці проекти написані для приватних секторів із більш новою забудовою, а от старі будівлі практично до уваги не беруть. Саме усі ці вище вказані фактори і спонукають до переоснащення старих будинків із застосуванням енергозберігаючих технологій, це одна з умов збереження навколишнього середовища в сучасному світі [41, 42].

3.2 Розрахунок тепловтрат на прикладі приватного будинку

З метою детального ознайомлення з пристроєм системи, яка буде опалювати будинок необхідно розпочати з розрахунку загальних тепловтрат певною будівлею. Зазвичай втрати тепла в об'єкті відбуваються через стіни, щілини у вікнах, через дах і звісно підлогу першого поверху. Також тепло втрачається разом з повітрям у процесі вентиляції і через наявні щілини в конструкціях.

На основі нижче вказаної методики, була розроблена online-програма, яка дозволяє розраховувати тепловтрати будинку.

Розпочнемо з втрати тепла через стіни і ця втрата розраховується за такою формулою:

$$Q_{\text{стін}} = k_{\text{стін}} * F_{\text{стін}} (t_{\text{вс}} - t_{\text{зов}}), \quad (1)$$

де $Q_{\text{стін}}$ – втрати тепла, Вт;

$k_{\text{стін}}$ – коефіцієнт теплопередачі конкретної стіни, Вт/(м²*°С);

$F_{\text{стін}}$ – площа досліджуваної стіни;

$t_{\text{вс}}$ – температура повітря внутрішня, °С (приймаємо за 20°С);

$t_{\text{зов}}$ – температура повітря на вулиці, °С (приймаємо досить низьку температуру мінус 22°С);

$k_{\text{стін}}$ – знаходимо за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі конкретної стіни, Вт/(м²*°С);

d_1 – товщина 1-го шару стіни (приймаємо, що це піноблок), м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності 1-го шару цієї стіни, Вт/(м*К) (Додаток А);

d_2 – товщина наступного шару стіни (приймаємо, що це пінопласт), м;

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності відповідно 2-го шару стіни, Вт/(м*К), за таким же принципом як λ_1 ;

d_n, λ_n – це у випадку якщо присутні і інші шари – так само як і для d_1 і λ_1 ;

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від наявного внутрішнього повітря до певної стіни; встановлюємо рівним 8,7;

$\alpha_{\text{зов}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від цієї ж стіни до повітря зовні; для стін зовнішнього типу, які не мають повітряного прошарку становитиме на рівні числа 23; а для зовнішніх стін у яких є наявні повітряні прошарки і для стін, де будівлі не опалюються приймаємо це значення рівним 12.

Тепловтрати через щілини у вікнах розраховуються за наступною формулою:

$$Q_{\text{вікон}} = k_{\text{вікон}} * F_{\text{вікон}} (t_{\text{вс}} - t_{\text{зов}}), \quad (3)$$

де $Q_{\text{вікон}}$ – загальні тепловтрати, Вт;

$k_{\text{вікон}}$ – коефіцієнт, що характеризує теплопередачу вікон, Вт/(м²*°С);

$F_{\text{вікон}}$ – загальна площа вікон;

$t_{\text{вс}}$ – температура повітря у приміщенні, °C (приймаємо за 20 °C);

$t_{\text{зов}}$ – температура повітря на вулиці, °C (приймаємо за -22 °C);

$k_{\text{вікон}}$ – обчислюємо за формулою:

$$k = \frac{k_{\text{ст}} \cdot F_{\text{ст}} + k_{\text{р}} \cdot F_{\text{р}} + P \cdot \Psi}{F_{\text{общ}}}, \quad (4)$$

де $k_{\text{скл}}$ – коефіцієнт теплопередачі наявного склопакета, Вт/(м²*°C) (зазначається виробником);

$F_{\text{скл}}$ – загальна площа склопакета, кв.м .;

где $k_{\text{р}}$ – коефіцієнт теплопередачі віконної рами, Вт/(м²*°C) (зазначається виробником);

$F_{\text{р}}$ – загальна площа віконної рами, кв.м.;

P – периметр заскління, м;

ψ – коефіцієнт теплопередачі наявної алюмінієвої смуги – 0,07.

Загальні втрати тепла, які відбуваються через стелю розраховуються за формулою:

$$Q_{\text{стелі}} = k_{\text{стелі}} * F_{\text{стелі}} * (t_{\text{вс}} - t_{\text{зов}}), \quad (5)$$

де $Q_{\text{стелі}}$ – втрата тепла, Вт;

$k_{\text{стелі}}$ – коефіцієнт, який характеризує теплопередачу стелі, Вт/(м²*°C);

$F_{\text{стелі}}$ – загальна площа стелі;

$t_{\text{вс}}$ – температура повітря у приміщенні, °C (20 °C);

$t_{\text{зов}}$ – температура повітря зовні, °C (-22 °C);

$k_{\text{стелі}}$ – знаходимо за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}}, \quad (6)$$

де, k – коефіцієнт, який характеризує теплопередачу стелі, Вт/(м²* °С);
 d_1 – товщина першого шару стелі (приймаємо як дерево), м;
 λ_1 – коефіцієнт теплопровідності цього ж шару стелі, Вт/(м*К)
(зазначається виробником матеріалу чи визначається згідно поданої у додатках таблиці за значеннями коефіцієнтів теплопровідності);
 d_2 – товщина 2-го шару стелі (приймаємо, що це мінеральна вата), м;
 λ_2 – коефіцієнт теплопровідності 2-го шару стелі, Вт/(м*К); визначається так само як λ_1 ;
 d_n, λ_n – за умови наявності і інших шарів діє принцип d_1 та відповідно λ_1 ;
 $\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі від повітря всередині приміщення до стелі вважаємо рівним 8,7;
 $\alpha_{зов}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі до повітря на вулиці, якщо це стеля мансарди і за умови повітряного прошарку то приймаємо за 23, а якщо це для стелі мансарди де присутні прорізи між дахом і цією стелею, а якщо там ще є і неопалюване горища, то значення коефіцієнта буде рівним 12.

Загальні втрати тепла через підлогу розраховуються за наступною формулою:

$$Q_{\text{підл.}} = k_{\text{підл.}} * F_{\text{підл.}} (t_{\text{вс}} - t_{\text{зов}}), (7)$$

де $Q_{\text{підлоги}}$ – загальні тепловтрати, Вт;

$k_{\text{підлоги}}$ – коефіцієнт теплопередачі конкретної підлоги, Вт/(м²*°С);

$F_{\text{підлоги}}$ – загальна площа підлоги;

$t_{\text{вс}}$ – температура повітря у конкретному приміщенні, °С (20 °С);

$t_{\text{зов}}$ – температура повітря (чи ґрунту) зовні, °С (приймаємо за °С).

У випадку, коли підлога знаходиться над неопалюваним наприклад підвалом, то:

$K_{\text{підлоги}}$ визначаємо за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}}, \quad (8)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі конкретної підлоги, Вт/(м²*°С);

d_1 – товщина 1-го шару підлоги (приймаємо, що це бетон), м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності даного шару підлоги, Вт/(м*К) (зазначає виробник даного матеріалу чи отримується з таблиці у якій вказані коефіцієнти теплопровідності (Додаток А));

d_2 – товщина 2-го шару підлоги (приймаємо, що цим матеріалом є пінополістирол), м;

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності даного шару підлоги, Вт/(м*К) і розраховується за аналогією λ_1 ;

d_n, λ_n – за умови присутності ще кількох шарів – методика така ж, як і для d_1 і λ_1 ;

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від повітря всередині об'єкта до підлоги і беремо його значення рівним 6.

У разі, якщо підлога знаходиться безпосередньо на самому ґрунті, то тоді $k_{\text{підлоги}}$ розраховується за наступною формулою:

$$k = \frac{1}{R_c + \frac{d}{\lambda}}, \quad (9)$$

де d – товщина шару, що безпосередньо утеплює, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності цього утеплювального шару, Вт/(м²*°С);

R_c по зонах загальною шириною 2 м, паралельним до зовнішніх стін, (буде рівним 2,1 для першої зони; для другої – 4,3; для третьої – 8,6 і відповідно 14,2 для цієї площі, яка залишилася).

Витрата тепла на нагрів припливного рахується для житлових кімнат, кухні і санвузлів по формулі:

$$Q_i = 0,28 * L_n * \rho * C * (t_p - t_i) * k, (10)$$

де Q_i – кількості тепла, яка потрібна для нагрівання інфільтрації, Вт;

L_n – загальна витрата повітря, яка видаляється, куб.м./год (вважаємо рівним 3 куб.м./год на кожен окремий кв.м. площі даного житлового об'єкта);

ρ – щільність повітря в досліджуваному приміщенні, кг./куб.м.(вважаємо рівною 1,1);

C – питома теплоємність повітря, кДж/(кг*К) (приймаємо за 1);

t_p – температура повітря всередині приміщення, °С;

t_i – температура повітря на зовні, °С;

k – коефіцієнт обліку зустрічного потоку тепла в наявних конструкціях (приймаємо за 1).

З метою закладення низьких витрат на потрібне тепло ще коли лише проектується об'єкт, краще використовувати ефективне інфрачервоне опалення. При інфрачервоному опаленні, тепловтрати приймаються з урахуванням безпосереднього нагріву предметів і береться до уваги найнижчий градієнт температури, тобто 0,2-0,4 С/м [1, 11, 36].

Зараз вже нема потреби розраховувати тепловтрату самим як це зазвичай проводили раніше, бо на даний час є вже можливість введення даних по певному будинку в спеціальну програму і відповідно отримати результат за досить короткий час і можна побачити скільки саме тепла даремно витрачає певна стіна, яка не є утепленою.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку втрати тепла на прикладі приватного будинку

Втрати тепла будинком при температурі повітря на вулиці -25°C					
	стіна 1	стіна 2	стіна 3	стіна 4	підлога
Довжина стіни, мм	9030	8400	9030	8400	-
Товщина стіни, мм	400	400	400	400	-
Спрямування стіни	на південь	на захід	на північ	на схід	-
Площа окремої стіни, м ²	27,09	25,2	27,09	25,20	75,85
Тепловтрата конкретною стіною, Вт	2774	2632	5754	2632	5006
Кількість вікон , шт	2	2	2	2	-
Загальна тепловтрата через вікна, Вт	104	109	116	109	-
Кількість дверей, шт	-	-	1	-	-
Тепловтрати через двері, Вт	-	-	-	-	-

Якщо враховувати середню ціну теплоенергії в Україні і за умови низької температури повітря на вулиці то можна стверджувати, що наші будинки витрачають таки досить наших коштів на опалення самої вулиці.

3.3 Екологізація приватного будинку методом його переобладнання

В даний час все частіше можна почути про енергоефективні будинки і технології їх будівництва. В сучасних умовах є усі можливості і наявні матеріали, щоб такі об'єкти будувати, але і є ситуації, коли нема можливостей і коштів будувати новий будинок, а отже приймають рішення екологізувати вже існуючий. Інколи беруться перероблювати і класичні будинки яким уже 60 років і при будівництві якого використовували тогочасні матеріали та технології [29].



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд об'єкта дослідження

Зазвичай розпочинають процес переобладнання будівлі із її утеплення, далі змінюють покриття даху, а саме кладуть бітумну черепицю та одночасно монтують сонячні панелі, які даватимуть електроенергію методом трансформації сонячної енергії. Використання сонячних панелей вирішить проблему як електропостачання так і підігріву води. У таких будинках зазвичай присутня подвійна дерев'яна підлога, а тому нема сенсу її змінювати чи встановлювати сучасну систему теплої підлоги [30, 33] .

Характеристика процесу утеплення фасаду із використанням мінеральної вати

Мінеральну вату (яка володіє значними термоізоляційними властивостями) можна використовувати для утеплення як підлоги, зовнішніх стін, горищних приміщень так і для утеплення і самого даху. Зазвичай мінеральну вату накладають із зовнішнього боку стіни, тому що, зовні завжди віддача такого виду матеріалу буде вищою, ніж за умови укладання мінвати всередині приміщення.

Етапи утеплення стін із використанням мінеральної вати

На етапі підготовчих робіт найперше необхідно повністю очистити поверхню, яку планують утеплювати. Для цього потрібно позбутися наявного пилу, різномірної цвїлі, вкраплень старої штукатурки, можливо тирса та ряду іншого сміття, яке може завадити ефективній подальшій роботі. Видалення усіх вище вказаних часток здебільшого проводиться вручну (використовуючи шпатель), щоб забезпечити максимальний результат. Наступним кроком є висушування стіни, якщо дозволяють погодні умови то природнім шляхом, а якщо ні то використовують спеціальні фени чи обігрівачами. У разі виявлення слідів грибка чи іншої цвїлі, необхідно обробити стіни дезинфікуючим засобом. Усунення тріщин забезпечується використанням різного виду піни, або спеціального клоччя, все залежить від глибини цих тріщин. Зверху далі наносять антисептичний матеріал та ґрунтовку. Далі уже безпосередньо накладається і фіксується сама мінеральна вата. На утеплену уже стіну зазвичай накладають штукатурку, яка має не лише естетичний вигляд, а ще і виконує захисну функцію захищаючи стіну від надмірної вологи, потоків вітру та механічних пошкоджень. Замість штукатурки застосовують ще і сайдинг або облицювальну цеглу [5, 43].

Технологія, яку будуть використовувати для утеплення зовнішніх стін вибирається в залежності від виду будматеріалу будинку, фактичного стану самих стін та наявних у власника будинку коштів. Загалом використовується три способи укладання:

Утеплення за типом колодязної кладки – це коли мінеральна вата знаходиться між стіною і облицюванням з певного виду будматеріалу (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Схема утеплення за принципом колодязної кладки

Вентильований метод є універсальним, так як підходить для утеплення стін з різноманітних будівельних матеріалів. Плити утеплювача досить щільно вмонтовуються за допомогою дюбелів і клею в металевий каркас. Основною умовою такого виду утеплення є залишення певного відступу, щоб формувалась повітряна подушка, через яку власне і відбувається повітрообмін і відповідно не утворюється конденсат і утеплювач надміру не зволожується [6].

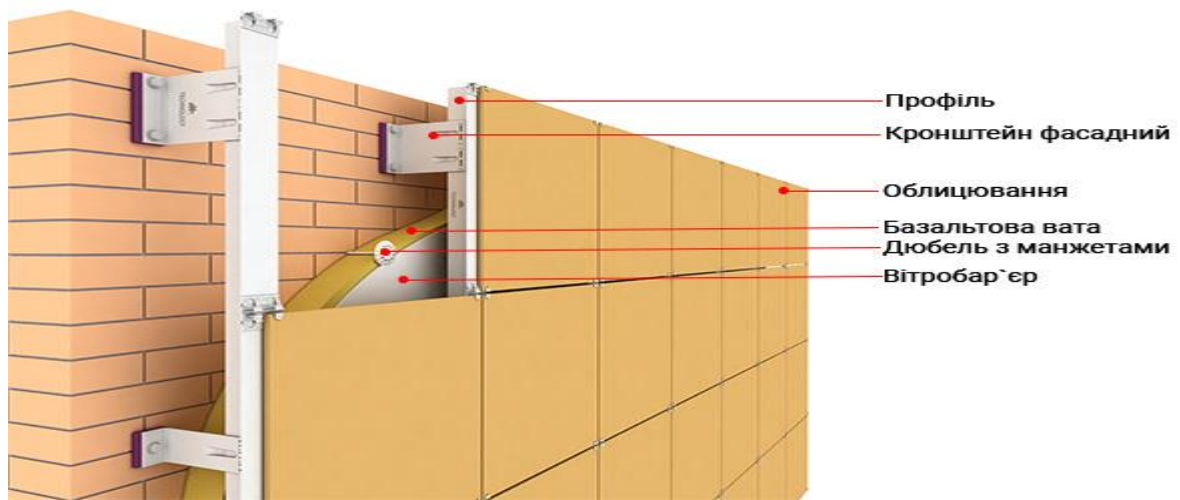


Рисунок 3.3 – Зовнішня схема утеплення (вентильований метод)

Мокре утеплення стін із використанням мінеральної вати базується на фіксації мінвати клейовим розчином і застосуванням дюбелів-парасольок. Цей спосіб забезпечує однорідність покриття без отворів та явних швів. Товщина утеплювача має становити не менше 15 см. Найкраще цей метод використовувати для будівель зведених з цегли або газо- чи піноблоків.

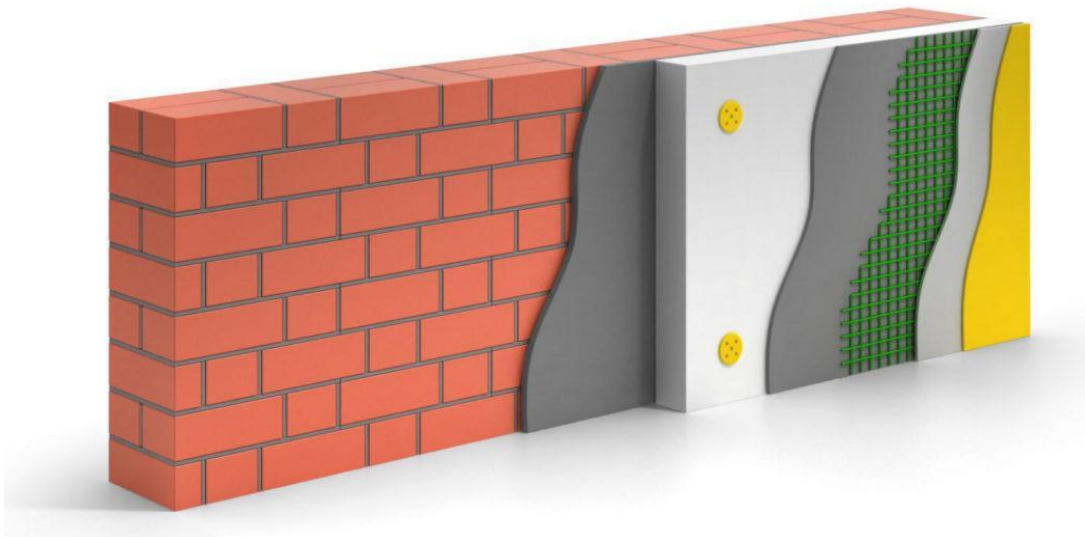


Рисунок 3.4 – Схема методу мокрого утеплення стін

Цей метод є досить простим у застосуванні і не потребує глибоких знань у галузі будівництва, а ще він є помірно затратним. Проте мусить бути певна міцність стіни, для реалізації даного виду утеплення.

Ефективним є застосування фольгованої мінвати, яка є досить дорогою тому у нашому дослідженні ми використовуватимемо звичайну мінвату і далі наносити на неї так звану шубу зі штукатурки, а це і забезпечить гідроізоляцію. Рекомендується поверх звичайної мінвати укласти фольгу або металізований папір чи спеціальну плівку, які є у продажі скрізь. Важливо дотримуватися і погодних умов у період утеплення фасаду, волога погода не підходить. На даний час все частіше відмовляються від утеплення стін за допомогою пінопласту, який є цілком штучною сировиною і володіє високими займистими властивостями. Єдиним плюсом є лише його ціна, яка на порядок дешевша від вартості мінеральної вати. Проте, все таки ще і досі багато людей обирає власне пінопласт для утеплення власного будинку. Насамперед це пов'язано із ціною, адже увесь комплекс робіт та пінопласт з усіма супутніми потрібними матеріалами для будинку зазначеної вище площі вартуватиме приблизно 40 – 50 тис. грн. [10, 29].

Важливо розуміти переваги і недоліки матеріалу, який ми обираємо для утеплення власного будинку, бо інколи вища ціна за матеріал може стати запорукою нашого здоров'я, або і взагалі життя. Також варто звернути увагу і на складність робіт у процесі утеплення, а визначальним для кожного з нас має стати його екологічні характеристики і рівень негативного впливу на довкілля. Тому перелічуючи позитивні властивості мінвати (не горить, а лише тліє, є відносно екологічно чистим матеріалом, за умови, якщо дотримані вимоги у процесі виробництва, у мінваті не облаштовують собі домівок гризуни і не використовують її як їжу) ми обираємо для утеплення старого будинку саме її.

Утеплення мінеральною ватою досліджуваного будинку враховуючи увесь комплекс робіт та усі супутні потрібні матеріали вартуватиме приблизно 80 – 90 тис. грн.

Отже, утеплення будинку мінеральною ватою вартуватиме вдвічі більше у порівнянні із застосуванням для утеплення пінопласту. Проте слід пам'ятати про екологічні та економічні переваги даного вибору.

Перед початком проведення реконструкції чи капітального ремонту потрібно демонтувати зазвичай наявну шиферну покрівлю і замінити її на бітумну черепицю. Цей процес відносно нетривалий – займає кілька днів.

З екологічної точки зору слід пам'ятати, що шифер містить азбест, а у процесі його обробки піднімається азбестовий пил, який володіє негативними властивостями щодо впливу на здоров'я людини. Властивість шиферу вбирати вологу провокує розповсюдження на ньому моху та лишайників. Після демонтажу покрівлі необхідно оглянути і оцінити стан дошок, які були під шифером, бо на них будуть укладати обрешітку, а відповідно поверх неї плити, готують підставу для кріплення гнучкої черепиці і посилюють карниз за допомогою металевих карнизних планок. Наступний етап це монтаж гідроізоляції, а далі проводиться монтаж стартової смуги та власне монтаж гнучкої черепиці [10, 11].

На даному фото показаний процес встановлення черепиці.



Рисунок 3.5 – Процес монтажу гнучкої покрівлі

Таблиця 3.2 – Ціни станом на 2023 р. на різні типи черепиці

Бітумна черепиця	Ціна актуальна на 2023 рік
Бітумна черепиця Aquaizol «Акцент» Мохіто	250,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця «Акцент» «Марокко»	450,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning Supreme AR	600,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця OwensCorning OAKRIDGE AR	650,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning Tru Definition Duration AR	750,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning Tru Definition Duration Designer AR	770,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning WOODCREST AR	1600,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning BERKSHIRE AR	1700,00 грн. /м ²
Бітумна черепиця Owens Corning WOODMOOR AR	2000,00 грн. /м ²

Для повної заміни покрівлі даху за винятком самої черепиці також ще потрібні і: плитка, приєднання, герметезуючий клей, підкладка килимова, карнизна планка, стійка планки, пластини для примикання покрівлі, аеро підкладка, плита OSB-3 10мм, цвяхи, супер дифузійні мембрани гідроізоляційні, додаткові матеріали (включаючи мансардні вікна). Враховуючи ще і ціни на основні роботи у процесі встановлення покрівлі то приблизна ціна усього комплексу робіт для укладання 150 м² черепиці становитиме при умові вибору найдешевшої черепиці не менше 150 тис. грн.

Встановлення ефективної покрівлі відносять до важливих етапів у процесі утеплення будинку, так як повітря має властивість підніматися в гору, і відповідно чим краще буде утеплений дах, тим більше тепла буде збережено.

3.4 Розрахунок загальної вартості встановлення сонячних колекторів

Сучасні умови дозволяють не використовувати загальну мережу для того, щоб отримувати електроенергію. Будинок можна зробити цілком автономним застосовуючи сонячні панелі.

Згідно встановлених законодавчих нормативів України, максимальна потужність сонячної електростанції для будинку приватного типу, не має перевищувати 30 кВт. Проте, якщо планується монтувати сонячну електростанцію загальною потужністю 10 чи 15 кВт то виділена потужність на даний будинок відповідно має становити також 10 чи 15 кВт [12, 13, 14].

Дізнатися виділену потужність для певного будинку можна у договорі, який є складений для кожного господарства на постачання електроенергії між ним і РЕМом. Для автономності також встановлюють акумуляторні батареї.

Ємність акумуляторних батарей визначають, відштовхуючись від загальної вимоги щодо забезпечення об'єкту потрібною електроенергією на визначений час без її поповнення [19, 35]. За умови відсутності мережі потрібно, щоб впродовж шести годин стабільно працювали домашні електроприлади. Даний показник часто відрізняється у межах населених пунктів чи навіть вулиць. Середня потужність необхідна для роботи холодильника становить 300 Вт, телевізора – 100 Вт, а для освітлення основної кімнати необхідно 4 енергозберігаючі лампи кожна по 20Вт. Якщо приймати, що упродовж 6 годин ці електроприлади будуть працювати то потрібен запас в електроенергії:

$$300\text{Вт} \times 1,5\text{год} + 100\text{Вт} \times 6\text{год} + 80\text{Вт} \times 6\text{год} = 1530\text{Вт}$$

Потрібна ємність акумуляторів:

$1530\text{Вт} \times 1,2 / 12\text{В} = 153\text{А/год}$ (20% ємності це так званий залишковий запас для того, щоб не допустити повного розряду, а відповідно і зменшення періоду загальної експлуатації). Система безперервного живлення набуває категорії системи автономного живлення, коли у ній присутні альтернативні джерела генерування енергії від: сонця чи вітру, води або біомаси. Найчастіше автономності досягають використовуючи сонячні батареї, але важливо

правильно розрахувати їх кількість, щоб отримувати необхідну електроенергію за умови тривалих відключень. Показник сонячної інсоляції середньорічний загалом становить 3,1 кВт*год/м²/день, у зимові дні з найменшою кількістю сонця він рівний 0,81 кВт*год/м²/день. Знаючи площу модуля, а це 1,6 м² і також його ефективність – 15,5% розраховуємо середню денну продуктивність 1-ї сонячної батареї типу LDK 255PA, яка має потужність 255 Вт за рік і відповідно за наприклад грудень: $0,81 \text{ кВт*год/м}^2/\text{день} \cdot 1,6 \text{ м}^2 \cdot 0,155 = 0,201 \text{ кВт}$ (потрібно 7 сонячних модулів типу LDK 255PA) $3,1 \text{ кВт*год/м}^2/\text{день} \cdot 1,6 \text{ м}^2 \cdot 0,155 = 0,769 \text{ кВт}$ (необхідно 2 сонячних модуля типу LDK 255PA).

Аналізуючи отримане перше значення, можна стверджувати, що завжди буде достатня кількість енергії, яка буде здатна забезпечити усі необхідні потреби, винятком будуть періоди, коли буде багато днів з несприятливими погодними умовами. Друге значення вказує на те, що фотоелектричну систему також можна розрахувати відносно до середньорічної сонячної радіації, а це означає, що в деякі місяці матимемо більше енергії, аніж нам потрібно, а в деякі дещо менше.

Таблиця 3.3 – Доцільність використання сонячних батарей

Економічна доцільність застосування сонячних батарей	Вартість в у.о
Продуктивність даної станції загальною потужністю 10 кВт в рік, кВт-год**	Більше 11 000
Необхідне енергоспоживання досліджуваним об'єктом в рік, кВт-год., за умови до 250 кВт-год на 1 місяць	3 000
Залишкова електроенергія, яка буде передана в мережу та продана згідно умов «зеленого» тарифу, кВт-год. в рік	Більше 8 000
Діючий показник «зеленого» тарифу з 01.01.20 р., 4,28 грн. за 1кВт-год.	4,28
Загальний дохід за 1 рік, грн.(35 000 – зелений тариф плюс 5000 – економія від особистого споживання)	Більше 40 100
Приблизна ціна фотоелектричної станції необхідної для приватного будинку*, грн	200000
Окупність без зазначення податку, який платиться з наявних доходів фізичних осіб, років	5

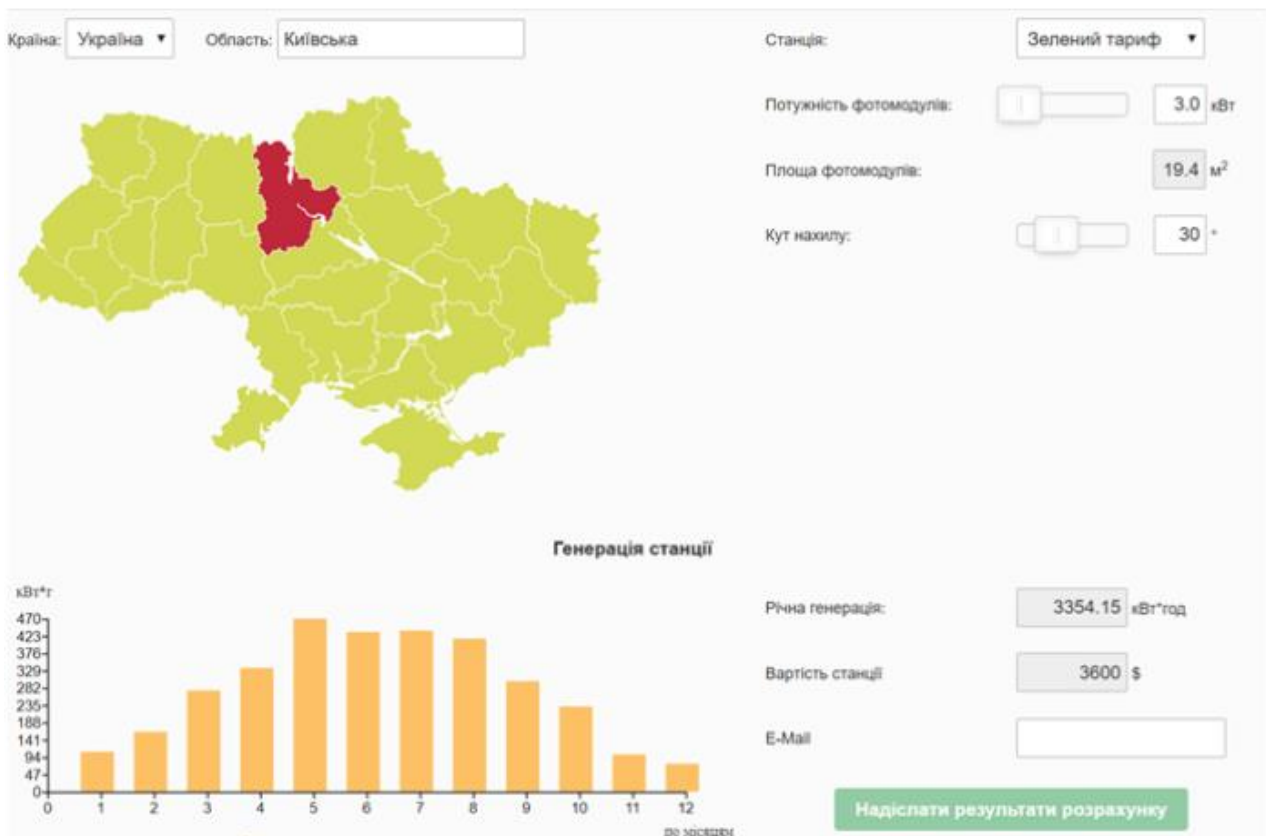


Рисунок 3.6 – Розрахунок загальної вартості сонячних панелей онлайн методом

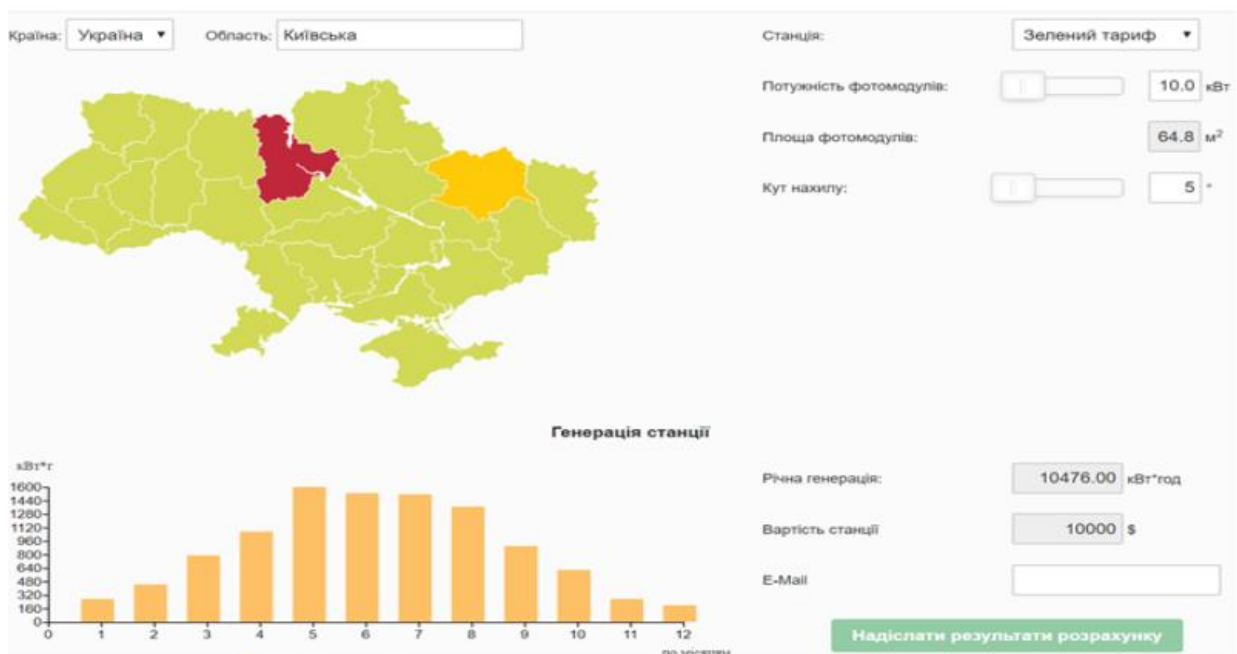


Рисунок 3.7 – Розрахунок загальної вартості сонячних панелей онлайн методом із врахуванням умов зеленого тарифу

Отже, з вище проведених розрахунків і інформації, що представлена на рисунках можна стверджувати, що цілком реально отримати досить багато енергії від сонячних панелей, а особливо якщо будинок буде знаходитися в незатіненому місці. В Україні є безліч компаній та відповідно виробників сонячних панелей, які пропонують цілий комплекс робіт від розрахунків потрібних потужностей до встановлення панелей. Варто звернути увагу на ці компанії, які дають гарантію на роботу, зазвичай на 5 років. Загалом процес монтажу системи займає 5–6 днів [22, 36].

3.5 Основні способи збереження води у приватному домогосподарстві

Про цінність води для довкілля і людини зокрема знає кожен. Знають усі і про проблеми сучасні щодо води, а тому їй потрібно економити і це можна легко зробити у домашніх умовах: встановлення сучасних технологій, які автоматично економлять воду; заміна звичного використання ванни на душ (ручна і верхня душ), де води використовується як мінімум вдвічі менше [41, 42].

Сучасний душ здатний обмежувати пропускну здатність води, а відповідно і сприяє енергозбереженню.

Найбільше використовується води на кухні у процесі миття посуду, а особливо за умови наявності великої сім'ї. У такому випадку ефективним є застосування посудомийної машини (один раз на добу). Також потрібно встановити двухфазовий лічильник, який фіксує денний та нічний тариф. У багатьох країнах світу вже відмовилися від миття посуду та продуктів під протічною водою, використовують мийку із двома секціями. У одній миють, а у іншій прополіскують. Таке миття скорочує затрати води у порівнянні з протічним в 3 – 5 разів.

Застосування аераторів (насадки на кран, які додають бульбашки води і тим самим виключає її розбризкування) дозволяє економити до 20% води і при цьому не зменшує її тиск.

Так звана яма септик, яка має кілька етапів очистки дозволить використовувати воду з цієї ями в господарських цілях, наприклад для поливу.

Застосування у системі опалення електричного приладу є альтернативою звичайному газовому котлу чи котлу, який працює на твердопаливному паливі. Ефективнішим є повітряний тепловий насос, його ціна є нижчою за ціну геотермального теплового насоса. Ці насоси працюють при високому рівні вологості і при низьких температурах [27, 32].

Така система гібридного типу за умов наших не дуже холодних зим при наявності сонячних колекторів дозволить особливо не змінювати конструкцію будинку, а вмонтувати тепловий насос на будь-яку стіну. Ціна насосу коливається від 130 тис. грн., але відносно ціни на газ це точно окупиться у майбутньому. Встановлення такої гібридної системи опалення на відносно старих будинках є одним з найкращих варіантів. У даній таблиці наведемо порівняльні характеристики для теплового насосу та електричного котла.

Таблиця 3.4 – Порівняльна характеристика теплового насосу та електрокотла

Характеристика джерела, що використовується для опалення	Теплонасос	Електрокотел
Необхідна потужність	10	10
Реальна витрата	2,20	10
Загальна тривалість використання год. в 1р.	3000	3000
Загальна витрата електроенергії	6600	30000
Вартість електроенергії	2,64	2,64
Кошти на опалення в рік, грн	17424	79200
Вартість обладнання	від 1400 до 10000 у.о	від 200 до 1000 у.о

Отже, згідно характеристик, що наведені у таблиці тепловий насос має ряд переваг перед електричним котлом, але залишається момент вартості самого теплового насосу і його подальше обслуговування [18, 25, 39].

Система рекуперації зазвичай встановлюється у верхній частині тієї стіни, яка межує з вулицею. Для цього робиться отвір певного діаметру, в який саме і на монтажну піну вмонтовують робочий канал так щоб не пошкодити стіни ц процесі ремонту.

Дана система виводить з приміщення повітря, яке містить шкідливі мікрочастинки пилу та диму і відповідно забезпечує надходження чистого повітря з вулиці. Припливне та витяжне повітря пропускаються різними каналами. У процесі вентиляції проходить міжканальна передача тепла, яка і забезпечує енергоефективність такої системи незалежно від періоду року. Обсяг повітря, яке надходить чи навпаки видаляється можливо регулювати [10, 37].

Система вентиляції живиться від стаціонарної мережі напруга якої становить 220 Вт, а частота – 50 Гц.



Рисунок 3.8 – Схема роботи звичайного рекуператора повітря

Для того, щоб робота рекуператора повітря була ефективною потрібно в кожній кімнаті встановити по одному такому рекуператору. В будинку з чотирма кімнати має бути встановлено саме чотири рекуператори.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1 Основні правила охорони праці при утепленні будинку мінеральною ватою та встановленні сонячних панелей

Утеплення будинку мінеральною ватою є одним з найпоширеніших способів підвищення енергоефективності житла. Цей утеплювач має високі теплоізоляційні властивості, доступну вартість і простий монтаж. Однак, при роботі з мінеральною ватою слід враховувати деякі особливості, щоб забезпечити ефективність утеплення і безпеку для здоров'я.

Основні правила охорони праці при утепленні будинку мінеральною ватою:

- перед початком роботи необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації мінеральної вати та правилами охорони праці при роботі з цим матеріалом;
- у приміщенні, де проводиться утеплення, необхідно забезпечити достатню вентиляцію;
- роботу слід проводити в одязі, що захищає від пилу і відколів мінеральної вати;
- при роботі з мінеральною ватою необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: респіратор, захисні окуляри, рукавиці;
- після закінчення роботи необхідно ретельно прибрати мінеральну вату, щоб уникнути її потрапляння в дихальні шляхи;

Особливості безпеки при роботі з мінеральною ватою:

Мінеральна вата – це волокнистий матеріал, який може викликати подразнення шкіри, очей і дихальних шляхів.

При роботі з мінеральною ватою необхідно захищати шкіру рук рукавицями, а очі – захисними окулярами. При різанні або розкроюванні мінеральної вати утворюється пил, який може викликати подразнення дихальних

шляхів. Для захисту органів дихання при роботі з мінеральною ватою необхідно використовувати респіратор [34].

Заходи першої допомоги при попаданні мінеральної вати в організм:

1. При попаданні мінеральної вати на шкіру необхідно змити її великою кількістю води з милом.
2. При попаданні мінеральної вати в очі необхідно промити їх великою кількістю води протягом 15–20 хвилин.
3. При вдиханні мінеральної вати необхідно вивести людину на свіже повітря і забезпечити їй спокій.

Дотримуючись цих правил, ви зможете забезпечити ефективність і безпеку утеплення будинку мінеральною ватою.

Основні правила охорони праці при встановленні сонячних панелей:

Перед початком роботи необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації сонячних панелей та правилами охорони праці при роботі з цим обладнанням. Роботу слід проводити в одязі, що захищає від падіння, порізів та інших травм. При роботі з сонячними панелями необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: каску, рукавиці, спецвзуття. Після закінчення роботи необхідно ретельно прибрати робоче місце.

Особливості безпеки при встановленні сонячних панелей:

Сонячні панелі є важкими та громіздкими, тому при їх переміщенні необхідно дотримуватися обережності. Вони можуть бути порізані, тому при роботі з ними необхідно використовувати рукавиці. Сонячні панелі можуть бути електрично заряджені, тому при роботі з ними необхідно дотримуватися правил електробезпеки [34].

Заходи першої допомоги при травмах у процесі встановлення сонячних панелей:

1. При падінні сонячної панелі необхідно перевірити наявність травм у постраждалого.
2. При порізах необхідно промити рану водою з милом та нанести антисептик.
3. При ударі електричним струмом необхідно негайно відключити електроживлення та надати першу допомогу постраждалому.

Рекомендації з охорони праці при встановленні сонячних панелей:

Роботу з встановленням сонячних панелей слід довіряти кваліфікованим фахівцям. Перед початком роботи необхідно провести ретельний огляд робочого місця та інструментів. Під час роботи необхідно дотримуватися всіх правил безпеки.

Дотримуючись цих правил, ви зможете забезпечити ефективність і безпеку встановлення сонячних панелей.

Конкретні заходи безпеки при встановленні сонячних панелей можуть відрізнятися в залежності від типу панелей, умов їх установки та інших факторів.

Додаткові заходи безпеки, які слід враховувати при встановленні сонячних панелей:

При встановленні сонячних панелей на даху необхідно забезпечити надійну опору для них. При встановленні сонячних панелей на землі необхідно захистити їх від вандалізму. При встановленні сонячних панелей в районах з підвищеним ризиком урагану або інших стихійних лих необхідно забезпечити їх надійну фіксацію.

При дотриманні всіх правил безпеки встановлення сонячних панелей є відносно безпечним видом робіт.

4.2 Основні рекомендації з охорони праці після закінчення теплоізоляційних робіт

Після проведення теплоізоляційних робіт потрібно обов'язково викинути весь спецодяг, у подальших роботах його категорично забороняється використовувати. Якщо волокна випадково потраплять на незахищені ділянки шкіри, не можна розчухувати. Це лише призведе до потрапляння гострих мікрочастинок вглиб шкіри. Якщо частинки знаходяться на волосяному покриві, акуратно треба струсити голову над ванною, а потім злити воду. При струшуванні щільно необхідно закрити очі. Потім прийняти ванну з сильним напором води, при цьому не рекомендується використовувати миючі засоби. Не слід використовувати гарячу воду, та рушник. Після холодного душу вода у ванні повинна стекти, а тіло людини – повністю висохнути. Потім слід помитися звичайним способом з використанням мила і тоді вже можна трохи витерти рушником. Змити мікрочастинок, які потрапили в очі, теж слід струменем холодної води. Якщо ж вони потрапили в легені, може з'явитися характерний хронічний кашель з яким важко боротись [16].

Якщо матеріал захищений оздоблювальним шаром, або ж мати базальтової вати розташовують поза домом, цей виріб не заподіє шкоди людині. Однак якщо вдихати повітря поряд з утеплювачем, в організмі накопичаються частинки волокна, з-за чого можуть з'явитися кісти які можна видалити лише хірургічним шляхом.

Ці утворення є осередком для розвитку небезпечних бактерій. При появі трематод в організмі з'являться злоякісні пухлини, які викликають рак. Пухлини легень діагностувалися у деяких людей, які, імовірно, вдихали азбест або мінеральну вату. Частиці таких матеріалів мають дуже маленькі розміри, при цьому вони досить гострі. При вдиханні речовини пройдуть через великі судини і осядуть на дрібних, це несе за собою такі наслідки до такого як зниження рівня ферментів і хронічним пошкодженням. Незабаром в легенях утворюються дрібні ранки, які потім перетворюються в рубці. Наступний етап – утворення пухлини.

Якщо мінеральна вата виробляється за вимогами державних стандартів, вона буде мати високу міцність волокон і не призведе до потрапляння мікрочастинок в легені людини із-за якісного клейової суміші.

При купівлі мінеральної вати не забудьте попросити у продавця сертифікати якості та чи вона відповідає державним нормам. При монтажі утеплювача дотримуйтесь техніки безпеки.

Отже, будівництво одне з найнебезпечніших місць, велика кількість різних факторів, що можуть вплинути на людину, в великих будівельних компаніях вже досить давно використовують різні засоби для підвищення безпеки. На будівельний майданчик не можна виходити без яскравого спецодягу, армованого взуття. При будівництві приватного будинку немає спеціаліста, який проводить нагляд за технікою безпеки. Саме тому великий шанс травмування по необачності робітників, немає достатнього забезпечення безпечних умов праці. Однією з небезпек є матеріали для утеплення будинку. Велику кількість небезпеки несе в собі можливість потрапляння малих частинок в дихальні шляхи людини, хоч такий матеріал і є гіпоалергенним, але він може викликати подразнення при потрапленні на шкіру, саме тому треба використовувати різні методи захисту та не забувати про техніку безпеки при роботі на будівництві і різного виду утеплюючого матеріалу [16, 34].

4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру

При першій можливості покиньте небезпечну зону. У разі неможливості виїхати особисто, відправити дітей і родичів похилого віку до родичів, знайомих. Необхідно взяти із собою всі документи, коштовні речі та цінні папери.

Підготовка приміщення:

- нанести захисні смуги скочу (паперу, тканини) на віконне скло для підвищення його стійкості до вибухової хвилі та зменшення кількості уламків і уникнення травмування у разі його пошкодження;

- по можливості обладняйте укриття у підвалі, захистіть його мішками з піском, передбачте наявність аварійного виходу;
- при наявності земельної ділянки обладняйте укриття на такій відстані від будівлі, яка більше його висоти;
- забезпечте приміщення запасами питної та технічної води;
- зробіть запас продуктів тривалого зберігання;
- додатково укомплектуйте аптечку засобами надання ПМД;
- підготуйте (закупіть) засоби первинного пожежогасіння;
- підготуйте ліхтарики (комплекти запасних елементів живлення), гасові лампи та свічки на випадок відключення енергопостачання;
- підготуйте прилади для приготування їжі у разі відсутності газу і електропостачання;
- підготуйте необхідні речі та документи на випадок термінової евакуації або переходу до захисних споруд цивільної оборони;
- особистий транспорт тримайте у справному стані із запасом палива для виїзду з небезпечного району;
- при наближенні зимового періоду необхідно продумати питання щодо обігріву приміщення у випадку відключення централізованого опалення.

Правила поведінки в умовах надзвичайної ситуації воєнного характеру

Необхідно:

- зберігати особистий спокій, не реагувати на провокації;
- не сповіщати про свої майбутні дії малознайомих людей.
- завжди мати при собі документ, що засвідчує особу, відомості про групу крові свою та близьких родичів, можливі проблеми зі здоров'ям;
- знати місце розташування захисних споруд цивільної оборони поблизу місця проживання, роботи, у місцях частого відвідування;
- уникати місць скупчення людей;
- при появі озброєних людей, військової техніки, заворушень негайно покинути цей район;

- про людей, які не орієнтуються на місцевості, розмовляють з акцентом, мають нехарактерну зовнішність, здійснюють протиправні і провокативні дії, здійснюють незрозумілу роботу тощо – негайно поінформувати органи правопорядку, місцеву владу, військових;

- у разі потрапляння у район обстрілу – сховатись у найближчу захисну споруду цивільної оборони, сховище (укриття);

- надавати першу допомогу іншим людям у разі їх поранення.

Не рекомендується:

- підходити до вікон, якщо почуєте постріли;
- спостерігати за ходом бойових дій;
- стояти чи перебігати під обстрілом;
- конфліктувати з озброєними людьми;
- носити армійську форму або камуфльований одяг;
- демонструвати зброю або предмети, схожі на неї;
- підбирати покинуті зброю та боєприпаси [15, 16].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Отже, в Україні стрімко зростає попит населення на відносно доступне житло, а відповідно постає питання забезпечення такого сучасного житла енергоефективними та недорогими будівельними матеріалами. Визначальним фактором при виборі житла все частіше стає рівень енергозатрат будинку та шкідливого впливу на його майбутніх мешканців.

2. Базовими принципами сучасного екологічного будівництва є ефективне використання усіх видів енергії, води та ряду інших ресурсів, а відповідно скорочення обсягу відходів і як наслідок зменшення низки екологічних впливів, застосування для будівництва місцевих будівельних матеріалів та інших наявних виробів місцевого походження, застосування для будівництва та внутрішнього оздоблення лише матеріалів, які є екологічно сертифікованими.

3. За відсутності коштів на придбання нового житла часто як альтернативу використовують переобладнання, реконструкцію чи капітальний ремонт будинку із застосуванням уже сучасних енергозберігаючих технологій та матеріалів.

4. Сучасний ринок пропонує різного роду технології, які дають можливість у процесі експлуатації будинку економити, проте головною проблемою залишається вартість таких технологій та термін їх окупності. Відносно затрат на будівництво то зведення пасивного будинку приблизно на 15–20% обходиться дорожче у порівнянні із звичайним житлом.

5. Встановлено, що через відсутність використання енергоефективних технологій при зведенні будівель втрати тепла становлять приблизно 47%, а особливо через зношені комунікації та мережі втрачається 12% тепла, а 5% через фізично застаріле обладнання існуючих котелень.

6. Отже, утеплення будинку мінеральною ватою вартуватиме вдвічі більше у порівнянні із застосуванням для утеплення пінопласту.

7. Встановлено, що тепловий насос має ряд переваг над електричним котлом, але головним недоліком залишається вартість самого теплового насосу і

його подальше обслуговування. Тепловий насос у 7–10 раз дорожчий від електричного котла.

8. Отже, процес тепломодернізації, реконструкції та капітального ремонту зазвичай застарілого житлового фонду України є неминучим і економічно виправданим.

9. Проте нема ідеального матеріалу, який би цілком (енергоефективність, час затрачений на будівництво та вартість матеріалів та роботи) задовільнив потреби населення.

10. Пропонуємо у час особливого загострення екологічних проблем звернути особливу увагу на зведення еко-будинків так як головною їх перевагою відносно традиційних будівель є те, що вони більш пристосовані і покликані менш витратити тепла і загалом усіх ресурсів, які традиційно задіяні для забезпечення об'єкта опаленням та електропостачанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсен'єв В. М., Мелейчук С. С. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2018. 364 с.
2. Безродний М.К. Теплові насоси та їх використання : посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 289 с.
3. Берзіна С.В., Капотя Д.Ю., Бузан Г.С. Екологічна сертифікація та маркування. Методичний довідник. Київ: вид-во Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 114 с.
4. Бовш Л. А. Історичні передумови становлення житлового господарства в Україні. Архів оригіналу за 18 квітня 2012.
5. Боженко М. Ф., Сало В. П. Енергозбереження в теплопостачанні: навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2008. 268 с.
6. Висновок комітету [з питань будівництва, містобудування і житлово-комунального господарства від 11.02.2015].
7. ДБН В.2.5-28: 2018. Природне і штучне освітлення.
8. ДБН В.1.1-7: 2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
9. ДБН В.2.5-56: 2014. Системи протипожежного захисту.
10. ДБН В 2.5. – 67: 2013. Опалення. Вентиляція та кондиціонування. Норми проектування. Чинні від 2013-03-04. Київ: Мінбуд України. 65 с.
11. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами [Текст]. – Чинний від 2010-09-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 51 с.
12. Закон України „Про альтернативні джерела енергії” від 2003, № 24, ст.155. із змінами від 03.11.2022 № 2710-IX
13. Закон України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії від 20.11.2012 р., № 5485-VI.

14. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань оподаткування щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії та видів палива» від 16.03.2007 р., № 760-V.

15. Закон України "Про охорону праці". *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. ст. 668.

16. Законодавство України про охорону праці: зб. нормативних документів у 4-х Т. Київ: Держнагляд охорони праці. Основа, 1995.

17. Зусько О., Качмар Н. Екологічна ефективність застосування засобів відновлюваної енергетики на прикладі еколого-просвітницького візит-центру на території Яворівського національного природного парку. Студентська молодь і науковий прогрес в АПК: тези доповідей міжнародного студентського наук. форуму. (Львів, 22-24 вересня 2020 р.). Львів, 2020. С. 16.

18. Качмар Н. В., Задорожний Є.Б., Макар Н.Р. Практика застосування відновлювальних джерел енергії на території об'єктів ПЗФ. 6-й Міжнародний молодіжний конгрес "Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування": збірник матеріалів. (м. Львів, 9-10 лютого 2021 р.). Львів: Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТЗОВ, 2021. С. 55.

19. Качмар Н.В., Дацко Т.М., Іванків М.Я., Дидів А.І. Використання альтернативних джерел енергії у плануванні екотуристичних об'єктів як один із технологічних методів захисту довкілля. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Сільськогосподарські науки. Львів, 2021. Т. 23, № 94. С. 16–19.

20. Ковальов І. О., Ратушний О. В. Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб. Суми: Вид-во СумДУ, 2015. 201 с.

21. Паламар В., Використання відновлюваних джерел енергії у системі енергопостачання приватного будинку //редакційна колегія. 2018. С. 287.

22. Переваги й недоліки сонячної енергетики [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrenerho.com/perevagi-i-nedoliki-sonyachnoyi-energetiki/>.

23. Проєкт «Енергозберігаюча санація житлових будівель», city-adm.lviv.ua. Архів оригіналу за 28 серпня 2012.
24. Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання ... | від 27.08.2014 № 694/2014. zakon1.rada.gov.ua. Архів оригіналу за 25 червня 2016.
25. Пуховий І.І., Фуртат І.Е., Мариненко В.І. Грунтові теплообмінники для теплових насосів, охолодження та підігрівання повітря. Київ, НТУУ «КПІ», 2012 р. 19 с.
26. Скуратовський С. І. Проєкт Постанови про направлення на доопрацювання проєкту Закону України про Єдину державну систему моніторингу виробництва, постачання, транспортування, споживання та оплати за паливно-енергетичні ресурси і комунальні послуги [Архівовано 27 січня 2022 у Wayback Machine.]
27. ТОВ «ПРЕС-ФОРМ». Каталог. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pres.ua/> (06.12.19).
28. Чучуй В. П. Альтернативні джерела енергії: підруч. Одеса: ТЕС, 2015. 398 с.
29. Шаповал С. В., Баранова А. А. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 97 с.
30. Шаповал С. В., Венгрин І. І. Перспективи використання сонячної енергії на території України // Молодий вчений. 2014. №. 7 (2). С. 21-24.
31. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проєкту геомехатронного комплексу. Сучасні проблеми економіки і підприємництва. 2018. №21. С. 94-101.
32. Штен І. Аналіз конструкцій геліосистем гарячого водопостачання, які використовуються в Україні // Збірник тез Міжнародної студентської науковотехнічної конференції Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання. 2018. Т. 1. С. 131-132.

33. Як влаштовані і працюють сонячні батареї [електронний ресурс].
Режим доступу: [https://pobuduvati.ru/zamiskij-budinok/elektrika/cikavi-
elektrotehnicni-novinki/8116-jak-vlashtovani-i-pracjujut-sonjachnibatarei.html](https://pobuduvati.ru/zamiskij-budinok/elektrika/cikavi-elektrotehnicni-novinki/8116-jak-vlashtovani-i-pracjujut-sonjachnibatarei.html). 69
34. Шудренко І. В. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. 136 с.
35. Яковлева А, Вовк О, Бойченко С. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навч. посіб. Київ: Ви-во Центр навчальної літератури, 2021. 378 с.
36. Atmosfera: Сонячні електростанції – Типи сонячних панелей [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostantsii/tipi-sonyachnix-panelej/>.
37. Kachmar N., Dydiv A., Datsko T., Ivankiv M. The use of alternative energy sources in the planning of ecotourism facilities as one of the technological methods of environmental protection. Information technologies in energy and agro-industrial complex: materials of Xth International Scientific Conference dedicated to the 165th anniversary of the University, 120th anniversary of conferring the status of the Academy, and the 20th anniversary of the Department of Power Engineering, which will be held at Lviv National Agrarian University (October 6-7, 2021, Lviv-Dubliany). Lviv, 2021. P. 87-88.
38. NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables. [Electronic resource] <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?uid=3030>.
39. Zhang Z. Effect of Suction Nozzle Pressure Drop on the Performance of an Ejector-Expansion Transcritical CO₂ Refrigeration Cycle / Z. Zhang, L. Titan // Entropy. – 2014. – № 16. – P. 4309–4321.
40. <https://ventbazar.ua/uk/blog/typy-teplovyx-nasosov-dlya-otopleniya/> Φ
41. <https://solensy.com.ua/eko-budynok/>
42. Екопортал www.envizonments.land-ecology.com.ua
43. <http://eco.com.ua/content/ekologichna-harakteristika-ta-vpliv-na-dovkillya-tes>
44. <http://gigiena-center.ru/szhiganie-topliva-kak-pervoistochnik-zagryazneniyavozduxa/>

ДОДАТОК А

24 грудня 2019 року НКРЕКП ввела у дію нові "зелені" тарифи на електрику для приватних господарств, залежно від дати вводу в експлуатацію, у новому 2020 році будуть такими:

Для приватних домогосподарств, які виробляють електрику з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та / або фасадах приватних домогосподарств (будинків, будівель та споруд), величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, та які введені в експлуатацію встановлені такі тарифи:

- з 01 квітня 2013 р. по 31 грудня 2014 р. – 943,71 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2015 р. по 30 червня 2015 р. – 848,78 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 липня 2015 р. по 31 грудня 2015 р. – 527,12 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2016 р. по 31 грудня 2016 р. – 500,20 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2017 р. по 31 грудня 2019 р. – 476,11 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2020 р. по 31 грудня 2024 р. – 427,93 коп/кВт·год (без ПДВ).

2. Установити «зелений» тариф на електричну енергію, вироблену з енергії вітру генеруючими установками приватних домогосподарств, встановлена потужність яких не перевищує 30 кВт та які введені в експлуатацію з 01 липня 2015 року по 31 грудня 2019 року – 306,07 коп/кВт·год (без ПДВ).

3. Установити «зелений» тариф на електричну енергію, вироблену з енергії сонячного випромінювання генеруючими установками приватних домогосподарств, встановлена потужність яких не перевищує 50 кВт, за умови їх розташування на дахах та/або фасадах будівель та інших капітальних споруд, та які введені в експлуатацію з 01 січня 2019 року по 31 грудня 2019 року – 476,11 коп/кВт·год (без ПДВ).

4. Установити «зелений» тариф на електричну енергію, вироблену з енергії вітру генеруючими установками приватних домогосподарств, встановлена потужність яких не перевищує 50 кВт та які введені в експлуатацію:

- з 01 січня 2019 р. по 31 грудня 2019 р. – 306,07 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2020 р. по 31 грудня 2024 р. – 274,90 коп/кВт·год (без ПДВ).

5. Установити «зелений» тариф на електричну енергію, вироблену з енергії вітру та сонця на комбінованих вітро-сонячних генеруючих системах приватних домогосподарств, встановлена потужність яких не перевищує 50 кВт та які введені в експлуатацію:

з 01 січня 2019 р. по 31 грудня 2019 р. – 430,76 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 січня 2020 р. по 31 грудня 2024 р. – 323,07 коп/кВт·год (без ПДВ).

6. Визнати такою, що втратила чинність, постанову Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, від 24 вересня 2019 року № 2011 «Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію, вироблену генеруючими установками приватних домогосподарств».

7. Ця постанова набирає чинності з 01 січня 2020 року, але не раніше дня, наступного за днем її опублікування в офіційному друкованому виданні – газеті «Урядовий кур'єр».

Надбавка в розмірі 3%-5% до "зеленого" тарифу за використання обладнання українського виробництва вводиться до 2030 року, але не поширюється на об'єкти електроенергетики, введені в експлуатацію після 2025 року.

Як встановити сонячну електростанцію за "зеленим" тарифом ?

Побутовий споживач має право на встановлення у своєму приватному домогосподарстві генеруючої установки, призначеної для виробництва електричної енергії з енергії сонячного випромінювання, величина встановленої потужності якої не перевищує 30 кВт, але не більше потужності, дозволеної до споживання за договором про користування електричною енергією, та має право продавати енергопостачальнику таку енергію за «зеленим» тарифом в обсязі, що перевищує місячне споживання електроенергії приватним домогосподарством.